FONDO PIZZOFALCONE

99 a 62

30744
BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio XVII
Pachetto 8
Num.° d' ordine 99 a 62

NAZIONALE
B. Prov.
11
1934
NAPOLI
R. BIBLIOTECA
VITT. EM. III

ESSAI

SUR

L'ART D'OBSERVER

ET DE FAIRE

DES EXPÉRIENCES.

SE TROUVE A PARIS,

CHEZ

FUCHS, libraire, rue des Mathurins, hôtel de Cluny.

LENORMANT, Imprimeur-libraire, rue des Prêtres-Saint-Germain-l'Auxerrois, n.° 42.

Les frères LEVRAULT, quai Malaquais.

CH. POUGENS, Imprimeur-libraire, quai Voltaire, n.° 10.

C111199

ESSAI

SUR

L'ART D'OBSERVER

ET DE FAIRE

DES EXPÉRIENCES;

SECONDE ÉDITION,

Considérablement changée et augmentée.

Par JEAN SENEBIER, Membre associé de l'Institut national, de diverses Académies et Sociétés savantes, et Bibliothécaire de Genève.

TOME I.

A GENÈVE,
Chez J. J. PASCHOUD, Libraire.

AN X. (1802.)

INTRODUCTION.

Les sens sont les seuls chaînons qui lient l'homme aux objets qui l'entourent. Sans les sens nous ne pourrions avoir aucune idée de ce spectacle magnifique que nous admirons; chacun d'eux nous représente d'une manière particulière les différens êtres avec lesquels nous vivons en société. La mémoire recueille toutes ces représentations diverses; l'imagination nous en facilite l'usage; la réflexion les considère, et en saisit les rapports; elle y trouve les moules de toutes les idées.

Comme on ne saurait avoir aucune sensation sans les organes des sens, il serait impossible d'avoir des idées sans les sensations : il est donc nécessaire que celles-ci soient les représentations exactes des objets, afin que nos idées en soient les portraits fidèles, que nos jugemens soient justes, et nos actions

convenables. Toutes les opérations de l'esprit humain se bornent ainsi à recevoir des sensations, à les former en idées, à tirer les jugemens qu'elles peuvent fournir, et à trouver dans ces résultats les motifs déterminants des actions. On opère ainsi toujours sur les sensations et les idées, ou plutôt, ce sont les sensations et les idées qui s'élaborent pour produire des idées nouvelles : c'est seulement de cette manière, que la faculté de sentir et de connaître peut se perfectionner, que les élans de la volonté se rectifient, et que l'on découvre les vraies routes de la vérité, de la vertu et du bonheur.

Ces moyens sont donc les seuls pour apprendre ce qu'on ignore, et pour exécuter ce qu'on projette. C'est la méthode de l'enfant qui s'essaye avec les objets nouveaux qu'il apperçoit; c'est celle du vieillard qui est aux prises avec eux depuis un si grand nombre d'années; c'est celle du philosophe qui veut porter la lumière dans les obscurités qui arrêtent ses recherches; c'est encore celle de l'ignorant qui attend avec

insouciance les impressions de tous les êtres dont il est environné. C'est, en un mot, la méthode générale pour vivre dans la société, connaître les hommes, les gouverner et les instruire. L'Art d'observer est l'instrument du naturaliste qui veut faire l'histoire de la nature et des parties qui la composent; il est celui du littérateur qui cherche dans les bons écrivains les images vives et vraies des effets qui l'ont frappé. Il n'y en a point d'autre pour l'artiste qui ne trouve la perfection que dans l'imitation des modèles que la nature lui présente; ce sera celui du négociant qui découvre les rapports de diverses substances avec les besoins de ses semblables et son intérêt particulier; mais tous les momens de la vie imposent à tous les hommes l'obligation de veiller sur eux-mêmes, et sur ce qui peut leur procurer le bonheur, de rentrer dans le passé, de s'élancer dans l'avenir, de s'arrêter sur le présent, d'avoir toujours les sens alertes, l'ame attentive, le jugement sage et rapide. Il serait important de faciliter une opération aussi fréquente, et d'en assurer les heureux effets.

L'Art d'observer remplit ce but, quand il est pratiqué avec intelligence, et le degré de sa perfection gradue seul la différence des hommes qui sont toujours appelés à l'exercer; il les rend pénétrans dans leurs vues, prudens dans leurs affaires, heureux dans leurs entreprises, comme il crée les Newton, les Lavoisier et les distingue d'un écolier de philosophie ou plutôt de la foule des philosophes.

L'empire des préjugés sur les idées et les actions a toujours été l'obstacle le plus grand à l'avancement des sciences et à la régénération des mœurs. La raison seule est insuffisante pour vaincre les préjugés, puisqu'elle en est si souvent subjuguée; mais l'observation peut les détruire en plaçant la vérité sous les sens; c'est ainsi qu'elle a proscrit les erreurs de la philosophie, perfectionné les sciences et les arts, et éclairé l'ame qui s'endormait au milieu des fantômes qu'elle se plaisait d'admirer. Telle est l'histoire de tous les hommes qui ont corrigé plus ou moins par leur expérience la plupart des idées fausses qu'ils avaient

prises dans la société, ou dans des observations mal faites, ou dans des jugemens hasardés sur ce qui frappait leurs sens.

Dans tous les cas, il faut découvrir la cause des effets, dont on est le témoin, soit pour les connaître, soit pour les reproduire, soit pour les éviter; mais, comment pourrait-on la chercher sans observer l'effet lui-même? c'est pourtant sur cette connaissance que repose la théorie de nos succès dans toutes nos entreprises.

On pourrait soupçonner à présent que *l'Art d'observer* et la *Logique* se confondent; puisqu'il s'agit ici d'estimer des rapports, d'analyser des effets, de suivre des modifications, de trouver des causes, d'imaginer des conjectures, de peser des probabilités, de fuir l'erreur, de poursuivre la vérité au milieu des ténèbres qui nous la cachent; cependant on se tromperait. La logique est une science purement intellectuelle, elle analyse les opérations de l'ame, elle suit leurs effets, elle décrit les

moyens de les appliquer avec le plus de facilité, d'utilité et de sureté ; elle recherche comment on pourrait les perfectionner et augmenter leur énergie; elle offre les méthodes les plus propres pour trouver la vérité, la démontrer et l'enseigner aux autres. L'art d'observer est moins l'art de penser que celui d'appercevoir, il serait une logique pour les sens, qui enseignerait plus particulièrement leurs opérations et leurs usages, il rappelerait leurs erreurs en fournissant des ressources pour les éviter; il montrerait comment on traduit les sensations en idées, comment on les emploie au développement des sciences et des arts. En un mot, ce serait l'art d'être toujours en rapport avec les circonstances qui intéressent, de recevoir les impressions des objets comme elles s'offrent à nous, et d'en tirer les inductions qui en sont les justes conséquences. La logique est cependant la base de l'art d'observer, mais cet art pourrait être regardé comme une des parties de la logique dont le sujet serait plus dépendant des sens : si l'un et l'autre semblent se séparer par leur objet, ils

se réunissent par leur but, puisque tous les deux concourent également pour découvrir la vérité, augmenter le nombre des idées vraies, et faciliter leur acquisition.

Il semblerait d'abord que cet art qui est vraiment celui de tous les hommes, devrait être le plus approfondi; il faut pourtant avouer qu'il a été le plus négligé: ne serait-ce point parce que chacun a cru qu'il le possédait parfaitement, et qu'il lui était inutile de l'apprendre? Il est vrai que cet art est à la disposition de tous les hommes; il est uniquement fondé sur leurs rapports avec les objets extérieurs, et sur les impressions qu'ils en reçoivent. Il paraît d'abord qu'on aurait pu le trouver aisément, en réunissant les bonnes observations, en les analysant depuis leur commencement jusqu'à leur fin, en saisissant ce qu'elles ont de commun, en remarquant les causes de leurs succès, et les obstacles qu'on a pu éprouver; mais on n'avait pas pensé d'envisager ce sujet sous ce point de vue; on l'avait rigoureusement borné à quel-

ques usages philosophiques, ou même encore à la seule étude des phénomènes de la nature; on n'avait même que des idées éparses dans quelques harangues académiques, deux ouvrages du Chancelier Bacon *de interpretatione naturæ* et *de augmento scientiarum*, le petit livre *de l'interprétation de la nature* par Diderot, l'article *Observation de l'encyclopédie*, la préface éloquente de la *Collection académique*, quelques endroits du *Novum organum* et des *Essais physico-mathématiques* de Lambert, une excellente dissertation de Carraid, et l'ouvrage de Zimmerman, intitulé de *l'expérience en Médecine*: mais on trouve l'art d'observer pratiqué d'une manière distinguée dans les ouvrages des grands observateurs, leurs exemples pouvaient servir à la fois de précepte et de modèle.

En lisant l'*Essai analytique sur les facultés de l'ame* de Bonnet, je saisis ses idées grandes et profondes sur l'art d'observer: cette lecture tourna souvent mes idées sur cette belle matière; je me déterminai à m'en occuper davantage pour rechercher les bases de cet art,

ses procédés, ses finesses et ses secrets. Je compris bien d'abord qu'un art qui devait être essentiel à l'homme, devait avoir quelque chose qui fût parfaitement déterminé. Les rapports des sens avec les objets extérieurs ne pouvaient être vagues, les résultats de ces rapports ne devaient pas être arbitraires; ces effets devaient avoir une cause commune; elle se trouvait naturellement dans l'usage semblable que tous les hommes pourraient faire de leurs facultés, lorsqu'ils pensent justement et agissent bien.

Plein de ces idées, je lus avec attention les ouvrages des meilleurs observateurs; je cherchais leurs procédés, j'analysais leurs opérations, je les suivais dans leurs efforts pour vaincre les obstacles qu'ils rencontraient, j'épiais leurs fautes, je jouissais de leurs triomphes; et, comme je remarquai une grande analogie dans leur manière d'observer des objets différens, je conclus qu'il devait y avoir une méthode générale pour faire ces observations, et qu'il pouvait exister un art d'observer

avec ses règles et ses formules. Je m'occupai à les chercher, et ce sujet m'inspira un nouvel intérêt à mesure que j'avançais dans mes recherches, parce que cet art me parut toujours plus important dans son usage et plus sûr dans sa pratique.

La société hollandaise des sciences de Harlem honora en 1769 du premier accessit un extrait que je lui envoyai de mon travail, pour concourir au prix qu'elle avait proposé sur cette matière. Je publiai, en 1774, ce que j'appelai alors improprement *l'art d'observer* : cet ouvrage fut traduit en allemand par Gmelin qui l'enrichit de notes. Enfin l'édition épuisée a engagé quelques libraires à former le projet de réimprimer cet ouvrage, ils me le communiquèrent, et je sentis bientôt qu'il ne pouvait pas reparaître dans l'état où il était. Je trouvai même que le titre qu'il portait était trop fastueux, et que, malgré les corrections et les changemens que je pourrais y faire, ma première correction devait être celle du titre, parce que je sentais que

je ne pourrais offrir qu'un *Essai sur l'art d'observer et de faire des expériences.* Vingt-cinq ans mûrissent bien les idées, ils m'ont fait mieux connaître la mesure de mes forces, et le vrai sens des mots que j'emploie.

Les ouvrages d'histoire naturelle imprimés depuis 1775, les observations nombreuses des bons observateurs, qui ont été publiées, les progrès considérables des sciences et des arts, sur-tout ceux de la chimie et de la physique offraient une moisson abondante d'idées et de faits qu'il était impossible de laisser dans l'oubli. Depuis cette époque, je me suis occupé moi-même plus particulièrement de la physique et de l'histoire naturelle; j'ai fait beaucoup d'observations et d'expériences nouvelles; j'ai par conséquent pu acquérir des connaissances qui me sont propres, et comme j'ai suivi mes recherches avec un coup-d'œil plus sûr et plus attentif, parce que j'étais plus instruit et plus expérimenté; j'ai pu trouver les détails de cette logique, que le plus grand nombre des observateurs n'aurait peut-être

pas remarqué, parce qu'il n'aurait pas cherché à les voir.

Je ne me dissimule pourtant pas à présent, que cet ouvrage qu'on a pu pardonner à un jeune homme, ne mériterait plus la même indulgence, et je sens très-bien que la nouvelle édition que je donne à présent de mon *art d'observer* devrait promettre des changemens plus importans que ceux que j'ai faits. Je ne sais pas trop ce qu'on peut et ce qu'on doit attendre de moi; mais je sais bien que je n'ai jamais été content de mon ouvrage, et que je ne suis pas plus satisfait de mes efforts pour le rendre meilleur: cependant je suis bien convaincu qu'il est à présent beaucoup moins imparfait, et qu'il ne sera pas sans utilité pour les jeunes gens qui se destinent à l'étude de la nature.

Je ne me dissimule pas, que cet ouvrage ne fera pas plus d'observateurs, que les poétiques ne font de poëtes; mais il faut avouer pourtant, qu'il montre ce qu'on doit prati-

quer pour réussir dans les observations et les expériences ; qu'il apprend à juger celles qu'on a faites, et qu'il donne des moyens pour graduer la confiance accordée aux observateurs ; enfin il me semble qu'il peut offrir à tous les hommes l'occasion d'exercer leurs facultés pour se rendre heureux, augmenter le bonheur des autres, étendre leurs connaissances, et perfectionner leur esprit avec leur cœur.

Sans doute on ne croira pas que cet ouvrage soit utile à ces hommes rares, dont la force du génie devance et remplace l'instruction ; le feu qui les anime réfléchit sa lumière sur tout ce qu'ils peuvent fixer ; mais cet ouvrage pourra servir à ceux qui sont moins favorisés par la nature, en leur traçant la route qu'ils doivent suivre, et en leur signalant les écueils où ils pourraient échouer. L'homme de génie pourra même ajouter à ses grands moyens ceux que l'art d'observer peut lui présenter, et il aura de nouvelles ressources pour faire de plus grandes choses. Celui qui

aura moins de talens parcourra plus surement avec ces secours une carrière plus étendue.

SPALLANZANI, mon ancien ami, et le dépositaire de mes pensées philosophiques, PREVOST, Professeur de philosophie à Genève, connu par de très-beaux ouvrages en divers genres, m'ont encouragé à reprendre le travail de mon Art d'observer, et m'ont communiqué quelques remarques sur la première édition de cet ouvrage. Je ne cacherai point que le grand desir d'être utile m'a entraîné, que ce desir a été fortifié par divers savans, qui m'ont parlé de l'usage heureux qu'ils avaient fait de la première édition, et de celui qu'on en retirerait, si je remplissais le but que je paraissais me proposer. Je me suis abandonné à ces insinuations, et je souhaite de n'avoir pas travaillé inutilement.

Après y avoir long-temps pensé, j'ai laissé subsister le plan général que j'avais suivi, parce que je voulais écarter l'idée d'une logique ordinaire, et montrer toujours le but

Digitized by Google

particulier où je tendais ; c'est pour cela que j'ai toujours rapporté ce que j'écrivais à l'observateur. Je sais bien que ce plan me force à disséquer minutieusement mon sujet ; mais j'ai préféré la netteté et la clarté qu'il y répand, à un autre ordre d'idées qui m'aurait dispensé d'une anatomie aussi subtile.

Quelle différence y aura-t-il donc entre cette édition et la première ? Je peux dire qu'elle sera très-considérable; on y trouvera par tout des additions nombreuses, des chapitres absolument neufs, des retranchemens remarquables, des corrections nécessaires. En particulier j'ai joint à l'Essai sur l'art d'observer un essai sur l'art de faire des expériences, avec un chapitre capital sur les arts mécaniques. Je crois donc cette édition très-supérieure à la précédente, le travail qu'elle m'a occasionné, mes lectures, mes notes, mes méditations ne me permettent pas d'en douter; mais je n'aurais pas formé cette entreprise, si je n'avais pas prévu son utilité.

On trouvera peut-être que la tâche de

l'observateur est immense; mais à quoi aurait-il servi de la diminuer, en lui ôtant quelque chose d'essentiel? Si j'ai chargé le tableau, si j'ai exigé des choses inutiles, il sera facile de les appercevoir et de les supprimer; mais l'étendue de ma description de l'observateur est uniquement produite par la nécessité de le peindre dans tous les momens où il doit agir. Le bon observateur rassemble dans le moment de l'observation toutes ses forces; il s'approprie tous les procédés de ceux qui l'ont devancé dans cette carrière; l'espoir de trouver la vérité l'embrase, la lumière de la raison le conduit, et la vérité qu'il trouve comble ses vœux.

L'estime que la vraie science inspire est un motif puissant pour l'acquérir; et par conséquent pour perfectionner les moyens employés à l'étendre; la gloire qu'elle promet, le bien public qu'elle procure excitent l'émulation, fécondent le génie. On ne rétrécit plus la nature pour la faire entrer dans son cerveau; mais on agrandit son cerveau pour

lui

lui faire comprendre la nature; dès ce moment on la questionne avec adresse, on écoute ses réponses avec réflexion, on la poursuit dans ses ateliers, et l'on parvient à surprendre quelques-unes de ses formules.

L'observateur ne peut, il est vrai, espérer des succès qu'après des travaux opiniâtres; mais s'il aime les hommes, il jouira des avantages que son génie aura su leur procurer; s'il s'intéresse à la perfection de l'esprit humain, il verra les bornes de la science que ses mains auront reculées; si les arts sont l'objet de ses réfléxions, il saura qu'ils seront éxercés avec plus de sûreté, d'aisance et de profit. L'observateur ne travaille jamais inutilement; les bonnes observations augmentent toujours les connaissances, en découvrant de nouveaux faits, en proscrivant quelques erreurs, en supprimant quelques préjugés. Tandis que Cesalpin soupçonnait la circulation, elle subsista comme une idée ingénieuse; mais les observations de Harvey l'établirent comme une vérité qui changea la physiologie animale.

Il faudrait comparer ici l'état des sciences anciennes avec celui des sciences modernes, rassembler toutes les découvertes, suivre les travaux des astronomes, des géographes, des anatomistes, des médecins, des minéralogistes; pénétrer dans les cabinets de physique expérimentale, d'histoire naturelle, dans les jardins de botanique et les laboratoires des artistes. Il faudrait compter les faits trouvés ou expliqués, les vérités nouvelles qu'on a lues dans la nature, les erreurs qu'on a dissipées, les préjugés qu'on a vaincu; mais au lieu de faire ici le bilan de nos richesses, apprenons par les succès des grands hommes à qui l'on doit ces avantages, les moyens d'en obtenir de nouveaux.

Les progrès rapides des sciences dans ces deux derniers siècles sont les fruits de l'observation; elle seule a découvert les vérités nombreuses que nous avons acquises dans les sciences et les arts; elle seule nous assure de même la découverte de tout ce qu'on peut se flatter de savoir. S'il était donc possible

de donner à ce moyen une nouvelle énergie, d'en faciliter l'usage, d'en développer les ressources; si l'on parvenait à trouver les règles de l'art d'observer; si cet ouvrage était fait par un observateur philosophe, il serait le moyen le plus efficace de perfectionner l'esprit humain.

Je ne publie point ce livre avec l'espoir d'opérer cette heureuse révolution; mais je puis faire naître l'idée d'en composer un meilleur. Il sera comme ces enfans perdus qui marchent à la tête des armées; ils ne font pas des conquêtes, mais ils ouvrent aux héros le chemin de la victoire.

Je ne cite aucun livre, les citations étaient inutiles; mais j'indique les auteurs des observations que je rapporte; ils sont assez connus, et leurs ouvrages sont assez étudiés pour trouver aisément la mine qui m'a fourni l'or que j'emploie.

ESSAI

SUR

L'ART D'OBSERVER

ET DE

FAIRE DES EXPÉRIENCES.

PREMIÈRE PARTIE.

Qualités générales de l'observateur.

CHAPITRE I.

Plan de l'ouvrage.

Les idées claires sont les seules qui fassent impression ; aussi l'on aime savoir d'avance quels sont les sujets dont on doit s'occuper, la marche qu'on suivra, le but vers lequel on tend. Cette méthode ôte le plaisir de la surprise, mais elle offre le plan du pays qu'on va parcourir, et dessine la route qu'on

est sur le point de faire. Celui qui cherche l'amusement peut craindre de voir trop tôt les objets qui le lui promettent ; mais celui qui demande l'instruction, aime reposer ses yeux sur ce qu'il doit apprendre.

La définition d'un art en suppose une connaissance approfondie ; elle serait donc sagement placée à la fin de sa description ; mais l'impatience naturelle de ceux qui apprennent, et l'imperfection des leçons qu'ils reçoivent, rendent nécessaire cette anticipation. Sans louer ou blâmer cette méthode qui a ses inconvéniens et ses avantages, je la suis, parce qu'elle est généralement reçue, et qu'elle a des rapports avec notre manière de penser, ou plutôt avec celle que nous tenons de nos instituteurs.

Quoique le rôle de l'observateur soit un rôle unique, il a pourtant diverses parties très distinctes. On peut le considérer avant l'observation, pendant qu'il observe, après qu'il a observé. Dans ces trois époques, il fait au moins un usage particulier de ses facultés. Dans la première, il semble se mesurer avec le but qu'il se propose, en exa-

minant s'il a les talens nécessaires pour l'atteindre. Dans la seconde, il applique avec réflexion tous ses moyens pour découvrir ce qu'il cherche et vaincre les obstacles qu'il rencontre. Dans la troisième, il tire parti de ses observations, et il s'efforce d'extraire la vérité toute entière des phénomènes qu'il a observés. C'est ainsi que je souhaite considérer l'observateur; je puis le peindre de cette manière dans toutes les circonstances où il peut se trouver, et avec toutes les ressources qui peuvent être à sa disposition.

Je me représente d'abord l'observateur se demandant en quoi consiste son office; il faut en connaître les détails, pour savoir si l'on est en état de le remplir. Quelles sont donc les qualités indispensables pour s'acquitter des devoirs que cette fonction impose? Quels sont les aides nécessaires qui en facilitent l'exercice? Enfin il faut trouver un objet qui intéresse non-seulement l'attention, mais qui puisse encore servir au progrès des sciences et à la perfection de l'esprit humain.

CHAPITRE II.

De l'office de l'observateur.

POUR se faire une juste idée de l'office de l'observateur, il faut savoir en quoi consiste l'observation.

Je remarque d'abord qu'on ne distingue point assez *l'observation* de *l'expérience*, et que l'on confond souvent l'art du *philosophe observateur* avec celui du *philosophe qui fait des expériences*. Cette inattention doit influer sur les recherches de ce genre, et sur les procédés qu'on y emploie; aussi je destinerai ce chapitre à dissiper les obscurités que l'abus des mots pourrait introduire dans les idées.

L'*observation* est ce regard réfléchi que l'ame porte, par le moyen des sens, sur les objets qui l'occupent, pour acquérir une connaissance exacte de leurs qualités, de leurs effets,

de leurs rapports et de leurs causes. L'*expérience* est une ressource pour pénétrer ce qui échappe aux sens, en forçant les objets par une préparation artificielle à mettre au jour ce qu'ils cachent. Le résultat de cette préparation est encore l'instruction de l'ame par l'action que les sens exercent sur elle. L'*observation* présentera donc les objets tels qu'ils sont dans leur état naturel; l'*expérience* offrira seulement le produit d'un essai imaginé pour pénétrer l'obscurité qui enveloppe ce qui frappe les sens: celui qui observe apperçoit les objets tels qu'ils sont; celui qui fait des expériences emploie des moyens pour appercevoir les mêmes objets d'une manière plus distincte, en les plaçant dans des circonstances où la nature ne saurait les faire voir. Zimmerman dit fort bien que l'observateur lit la nature, et que celui qui expérimente l'interroge.

L'observateur ne repoussera pas cependant les secours de l'art. L'anatomiste est observateur, quoiqu'aidé du scapel, il fasse tomber les parois du corps pour en considérer les organes. Le minéralogiste est observateur,

quand il ouvre la surface de la terre pour suivre la disposition de ses couches. On est observateur quand on emploie des instrumens pour reculer les bornes de ses sens, comme le télescope qui abaisse les cieux, et offre à Herschel de nouveaux astres et de nouvelles planètes; comme le microscope qui découvre une foule d'êtres qui auraient toujours été ignorés sans lui; telles sont encore les injections qui rendent sensibles des organes qu'on s'efforcerait vainement de voir sans elles; mais aussi ces moyens représentent les objets comme ils seraient, si les sens avaient une plus grande perfection; ils en deviennent aussi une partie supplémentaire; ils s'identifient avec eux pour augmenter leur énergie : ils sont seulement les appuis de leur faiblesse.

Mais, si l'on cherchait des effets nouveaux par des moyens artificiels, on cesserait d'observer, et l'on ferait des expériences; comme les chimistes qui décomposent les substances qu'ils veulent connaître; ils crèent un nouvel ordre d'effets pour pénétrer la vérité des idées qu'ils ont eues, ou en saisir de nouvelles.

Lavoisier fait passer la vapeur de l'eau, ou l'eau même dans un canon de fusil exposé à l'action d'un feu ardent, et le gaz hydrogène qu'il recueille, l'oxidation de l'intérieur du tube qu'il observe, lui découvrent que l'hydrogène et l'oxygène sont les parties composantes de l'eau.

L'*observateur* regarde la nature comme un livre, dont il doit lire rigoureusement les caractères, sans leur imaginer une signification; il l'étudie par ses sens comme elle s'offre à lui; il se prête seulement aux sensations que les objets extérieurs font naître : c'est un amant qui contemple avec avidité le sujet de son amour, et qui croirait la défigurer s'il changeait un seul de ses traits. *Celui qui fait des expériences* force la nature à quitter son aspect ordinaire, il en fabrique une nouvelle par les nouveaux phénomènes qu'il enfante; il la met à la torture pour lui arracher son secret; c'est un curieux qui s'occupe à faire parler quelqu'un sur le sujet qu'il veut taire. L'*observateur* voit les phénomènes de la nature livrée à elle-même *Celui qui fait des expériences* voit le résultat de ses combinaisons;

celui qui observe bien remarquera constamment les mêmes phénomènes, parce que la nature est constante dans ses productions. *Celui qui fait des expériences* prépare le sujet de ses observations aussi variables que les combinaisons qu'il peut faire. L'*observation* trouve la vérité placée sous ses sens; l'*expérience* la cherche par tous les moyens qui peuvent la dévoiler; l'*observation* fait connaître les propriétés des corps; l'expérience s'en assure et mesure plus particulièrement leur énergie; l'*observation* distingue les effets; l'*expérience* cherche surtout leurs causes; l'*observation* embrasse tous les effets de la nature pour les sujets de la méditation de l'observateur; le monde tel qu'il est voilà ses bornes; l'*expérience* se procure dans le monde mille spectacles extraordinaires; ses bornes sont celles que lui prescrit le nombre immense de toutes les combinaisons que le philosophe peut faire avec tous les êtres de l'Univers.

L'observation doit toujours précéder l'expérience; avant de mesurer un effet ou de chercher sa cause, on s'assure de son existence; avant de commencer de longs essais

sur un sujet, il faut épuiser les moyens faciles qu'on peut avoir pour le connaître. Un effet examiné en lui-même avec ses rapports naturels, se dévoile souvent mieux que lorsqu'on lui donne de nouveaux rapports, parce qu'on est forcé de démêler l'effet qu'on veut pénétrer au milieu des autres effets que sa combinaison peut produire.

Si l'on s'était borné davantage à l'observation, on connaîtrait mieux un plus grand nombre de faits, et l'on aurait moins d'hypothèses. Les expériences mal dirigées ou mal faites ont produit ces systêmes bisarres, qui ont si fort retardé les progrès de nos connaissances. L'expérience présentait à Descartes le fil de ses romans ingénieux; l'observation dictait à Newton la vérité de ses sublimes théories.

Les notions acquises par l'expérience sont souvent imparfaites, et quelquefois douteuses; parcequ'elles résultent souvent d'associations que la nature ne reconnait pas. On ne peut pas toujours estimer les grands phénomènes de la nature d'après les jeux

de nos laboratoires ; on peut bien découvrir comment l'effet pourrait être amené, mais on ne peut pas affirmer toujours que la nature emploie ce moyen, et l'on peut rarement y trouver la mesure de son intensité. Cette masse de souffre et de fer humectée que Lémeri enterra dans son jardin, et qui souleva la terre en s'enflammant, fait comprendre l'action des pyrites dans les phénomènes volcaniques ; mais elle ne donne encore aucune idée de l'ardeur de ces feux qui fondent les pierres, qui gazifient les laves, et qui les poussent hors des entrailles de la terre, jusqu'à la cîme de l'Etna.

Il arrive même que les expériences trompent, parcequ'on en fait de fausses applications. Les médecins chimistes, en partant des expériences qu'on avait faites sur la composition et la décomposition des sels neutres, imaginèrent que certaines combinaisons salines entraient dans la constitution de l'homme en santé, et en les comparant avec celles qu'ils supposaient dans l'homme malade, ils décidaient avec confiance d'a-

près une table d'affinités, la quantité et la qualité des sels nécessaires pour rétablir l'équilibre qu'ils croyaient rompu. Les médecins pneumatiques courent peut-être le risque d'une erreur semblable.

Enfin il y a des cas où l'expérience ne suffirait pas pour découvrir la vérité; elle ne saurait faire deviner les effets qu'il est impossible de connaître, et l'on ne penserait pas à les étudier, parce que l'on ne soupçonne pas leur existence. L'histoire des corps naturels ne peut être faite que par l'observation; mais l'expérience devient utile pour en éclairer les détails, et découvrir les causes de quelques effets particuliers qui ne se présentent pas aussi facilement qu'eux.

On voit bien à présent que l'observation et l'expérience sont deux sœurs inséparables, qui ont réciproquement besoin l'une de l'autre pour rendre leurs opérations parfaites. L'observation conduit à l'expérience par la curiosité qu'elle produit, et par le desir qu'elle inspire de combler les vides qu'elle a laissés. Quand l'observation eut ap-

pris que les feuilles des arbres et arbustes étaient toujours disposées de manière que leur surface supérieure regardait le ciel : l'expérience montra que leur surface inférieure était la plus propre pour sucer l'eau ; et que les feuilles se retournaient d'elles-mêmes pour reprendre leur position lorsqu'elle était changée. D'un autre côté, l'expérience conduit à l'observation par l'espérance qu'elle donne de découvrir, dans la nature, des effets analogues à ceux qu'elle a créés. Quand Newton eut analysé le rayon de lumière, quand il y eut trouvé sept rayons différemment colorés ; quand il eut démontré leur différente réfrangibilité, il observa l'arc-en-ciel, il reconnut ses prismes dans les gouttes de la pluie, et leurs effets dans la décomposition des rayons de la lumière, qui formait les belles couleurs dont le ciel était peint. Le calcul démontra la justesse de son observation.

Les ténèbres qui couvrent la nature, la difficulté de les percer, rendent nécessaire l'union de l'expérience et de l'observation, pour faciliter les moyens de les éclairer ; l'expérience

l'expérience est même alors souvent indispensable. L'expérience seule pouvait apprendre qu'un corps sonore, frappé sous un récipient vide d'air, ne rend aucun son; ce qui donne le fondement de la théorie des phénomènes sonores que le son peut offrir.

On serait souvent forcé de renoncer à l'explication d'un fait compliqué, par la difficulté d'embrasser toutes ses parties; l'expérience vient alors au secours de l'observation, en disséquant le phénomène. Newton démontra par l'expérience, que la gravité était à un millième près proportionnelle à la quantité de matière, et l'observation lui fit voir dans le mouvement des astres et dans divers phénomènes, la solidité de ses conclusions.

L'art d'observer consiste donc à pénétrer les qualités des êtres qu'on étudie, à suivre leurs effets, à saisir leurs ressemblances et leurs différences, à découvrir leurs rapports, à conclure, lorsqu'on le peut, de l'effet ou des différentes conditions de l'effet, ou de leur analogie avec d'autres effets, à la cause

de l'effet proposé. Cet art fournit les méthodes pour interpréter la nature, les moyens de les appliquer, la manière de décrire les découvertes qu'on a faites, et d'en former de bonnes théories. En général, l'art d'observer est celui d'acquérir des idées claires et exactes sur les objets qui ébranlent les sens, et de les communiquer aux autres comme on les a reçues.

L'observateur sait que tous les objets à la portée de ses sens, attendent ses efforts pour être pénétrés. La nature, voilà son livre: mais s'il est toujours ouvert, il n'est pas sans obscurités; il cherchera donc à en déchiffrer les caractères sans les altérer, et à découvrir leur véritable sens, en écartant avec soin toutes les explications trompeuses.

L'étude de la nature se borne à observer les faits avec attention, à les soumettre au creuset de l'expérience, à les dénaturer pour en faire l'analyse, à les reproduire pour vérifier les procédés employés, à les rassembler pour trouver leurs rapports, à les classer pour réunir ceux qui sont analo-

Digitized by Google

gues, à graduer leur importance pour remarquer ceux qui sont la clef des autres, à les lier entr'eux, et à saisir enfin l'expression des phénomènes que la nature place sous nos sens.

CHAPITRE III.

Considérations générales sur les qualités de l'observateur.

QUAND j'indique une qualité comme étant convenable à l'observateur, je n'imagine pas qu'elle soit toujours indispensable, ou qu'elle doive être poussée au plus haut degré. Une seule de ces qualités, quelque éminente qu'elle fût, pourrait devenir inutile, si elle n'était pas accompagnée de quelques autres moins importantes : tout comme la privation d'une qualité capitale, ferait perdre à plusieurs qui paraissent moins nécessaires une grande partie de leur prix. S'il n'y avait d'observateurs que ceux qui ont véritablement du génie, leur nombre serait très-petit, et si l'homme de génie manquait de connaissances, de patience, d'adresse ou d'attention, ce serait en vain que le génie l'animerait.

Digitized by Google

Tous ceux qui observent ne sauraient prétendre à la même gloire, parce qu'ils n'ont pas les mêmes talens; mais ils ont tous des droits à la reconnaissance, parce qu'ils peuvent tous être plus ou moins utiles. Le maçon qui taillait les pierres du Louvre concourut avec Perrault à ce chef-d'œuvre d'architecture; parce que Newton est le plus parfait des observateurs, une foule d'hommes qui lui sont fort inférieurs ont été pourtant des observateurs à qui les sciences doivent de belles découvertes. Bernard de Palissi, potier de terre, fit connaître aux savans les coquillages de la Touraine, quoiqu'il ne fût pas un Desaussure, et le paysan Zuricois donne des leçons aux agriculteurs, quoiqu'il ne soit pas un Duhamel.

La découverte d'un fait est toujours précieuse; elle laisse une idée qui aura une fois son utilité, lors même qu'on ne l'apperçoit pas encore. Combien d'hommes qui vivent sans avoir une idée originale, et qui meurent sans laisser des traces de leur existence? Cela n'arrivera point à l'observateur de la nature, qui aura sûrement découvert quelques-uns

de ses procédés, et qui aura au moins placé une pierre dans l'édifice des sciences.

Celui qui décrit un art peu connu, peindra les matériaux qu'il emploie, et l'usage qu'on doit en faire : il montrera la perfection qu'on doit atteindre, en indiquant les moyens les plus sûrs pour y arriver; mais on abandonne aux artistes les différentes nuances de leurs succès, qui se modifieront suivant leurs talens et leurs caractères. En donnant pour modèle aux sculpteurs, celui qui a fait l'Apollon du Belvédère, on ne décide pas que tous les autres qui ont cherché des figures dans le marbre, ne sont pas des sculpteurs; parce qu'ils sont fort loin de ce sublime artiste; mais en faisant remarquer la perfection de son chef-d'œuvre, on fait voir ce que l'on peut espérer de la sculpture, et l'on démontre qu'il y a des moyens pour l'exécuter.

On sera donc observateur sans posséder toutes les qualités que je lui crois nécessaires, et sans les avoir au plus haut degré; pourvu qu'on ait celles dont l'exclusion rendrait les observations trompeuses. Toutes les obser-

vations qu'on peut faire ne sont ni également fines, ni également délicates; elles ne sauraient donc exiger ni la même habileté, ni les mêmes talens. Dailleurs, quand on se borne à un objet, quand on l'étudie avec soin, quand on s'en occupe avec constance, on acquiert des idées, et l'on trouve souvent des ressources que des talens supérieurs ne sauraient avoir d'abord. On ne sait pas ce que peut un cerveau toujours fixé sur un objet, et déterminé à vaincre tous les obstacles: aussi je voudrais animer l'observateur par l'ardeur du desir du succès, la lier intimément à son bonheur, je serais alors assuré de sa réussite; mais ce ne sont pas les forces morales que je veux faire mouvoir; il me suffit d'avoir exposé sous les yeux le levier avec les effets qu'il peut produire.

Dirai-je enfin que l'observateur doit être sensible à l'amour de la gloire; qu'il doit prendre le plus vif intérêt au bien public, aux progrès des sciences; si l'ame n'est pas embrâsée par ces motifs; si elle n'est pas passionnée pour la vérité, elle serait indiffé-

rente à ses découvertes, elle ne savourerait pas les plaisirs sublimes que la vue du vrai peut procurer; elle ne penserait pas à les avoir, elle n'aurait aucune faculté pour en jouir.

CHAPITRE IV.

L'observateur doit avoir du génie.

L'ART d'observer est un art universel ; il fait la partie intéressante de tous les arts et de toutes les sciences ; s'il est leur créateur, il est encore l'instrument de leur perfection. Les règles générales de cet art important, les talens nécessaires pour le faire fleurir, sont les règles générales de tous les arts et de toutes les sciences, et les talents nécessaires pour y obtenir des succès. Il faut voir ce que les autres n'ont pas apperçu, pénétrer ce qu'ils ont inutilement scruté, saisir des rapports entre des objets qui semblaient en manquer, trouver des différences entre des êtres qu'on croyait semblables ; découvrir des causes où l'on n'apperçoit que des effets, et des lois où l'on ne distingue que des résultats. L'esprit propre à remarquer ces détails, et à concevoir cet ensemble, est

sûrement propre à faire un grand moraliste, un profond métaphysicien, un naturaliste pénétrant, un bon littérateur, un habile politique, et même un homme aimable dans la société. Newton, Leibnitz, Haller, se sont distingués dans les différentes sciences qu'ils ont étudiées ; leur génie animait leurs travaux, éclairait leurs pas, et fécondait leurs pensées comme leurs regards.

Il me semble que le génie suppose toutes les qualités de l'esprit à leur plus haut degré ; il se fait remarquer par l'intensité de l'attention, la justesse du coup-d'œil, la finesse du discernement, la profondeur de la pénétration, l'étendue de l'intelligence, et la rapidité des pensées. L'homme de génie joint la force de l'imagination à la vivacité de l'esprit, à la délicatesse du goût, à la vigueur de la raison. L'imagination seule pourrait égarer par ses chimères ; l'esprit abandonné à lui-même manquerait d'énergie pour élaborer ses idées ; la raison, sans imagination et sans esprit, serait un instrument puissant réduit à l'inaction ; mais la réunion de la raison et de l'imagination assure à

ceux qui la possèdent, l'invention la plus riche, et l'exécution la plus parfaite.

Le génie, ou cet heureux assemblage des facultés intellectuelles, se manifeste par une disposition générale et constante, à faire bien et facilement tout ce qui peut occuper l'homme qui en est doué; c'est le ressort qui le met en mouvement, et qui l'empêche de s'arrêter dans ses recherches; une grande sensibilité lui fait saisir fortement les objets qui l'ébranlent; il y distingue d'abord ce qui peut l'intéresser, et les émotions heureuses qu'il ressent lorsqu'il découvre la vérité, le placent au centre du bonheur; il desire avec violence d'atteindre son but; il y concentre tous ses pouvoirs; il apperçoit mille rapports échappés aux autres; il calcule leur valeur; il perce tous les voiles qui lui cachaient l'objet de ses recherches; il possède la félicité; il ne tarde pas à la répandre; il reussit à développer avec clarté, et à exprimer avec éloquence, ce qu'il a conçu avec énergie et exécuté avec vigueur.

La caractéristique du vrai génie est l'in-

vention; l'homme qui en est doué s'élève à de nouveaux principes, généralise les idées reçues, tire de nouvelles conséquences, crée des théories solides, perfectionne ce qu'on connait; alors la beauté du génie s'estime suivant la belle analyse que Gerard en a faite par la nouveauté de la découverte, son importance, et sa difficulté. Tel est Archimède trouvant l'Hydrostatique dans le bain. Tel est Newton à qui la chûte d'une pomme révèle le système du monde.

L'imagination, cette source féconde de l'invention, caractérisera le grand philosophe comme le grand poête; en élaborant les sensations, elle fait des rapprochemens inattendus, des combinaisons neuves; elle choisit entre mille idées, celle qui doit le mener à son but; elle remarque l'observation qui peut mettre en évidence la vérité qu'il soupçonne, et elle saisit dans cette observation même, ce qui peut appuyer l'opinion qu'il veut établir.

Cependant, comme l'imagination n'offre à l'homme de génie qu'un vaste dépôt d'i-

dées et de sensations à combiner, ou plutôt qu'une fabrique bien établie de sensations et d'idées. Ce riche dépôt, cette fabrique active doivent avoir un sage directeur; aussi le jugement est une faculté essentielle du génie, il apprécie les productions de l'imagination, il les emploie avec prudence, et les applique avec sûreté.

L'association seule des idées en fixe le prix; une idée isolée est une idée perdue; elle ne devient importante qu'en se liant aux idées qu'on a, et en prenant sa place dans le système de nos connaissances; mais cette association ne saurait être celle que la mémoire peut faire; on ne verrait alors que ce qu'on a toujours vu; c'est celle qui, en trouvant de nouveaux rapports entre les idées reçues, ou en saisissant ceux qui ont échappé entre les objets qu'on étudie et ceux qu'on connaît, éclaire les ténèbres où l'on avait vainement cherché de porter la lumière: ce n'est qu'après avoir fait des expériences électriques sur les pointes, après avoir vu voler un cerf-volant dans l'air, et en avoir tiré des étincelles, que Franklin découvre

l'analogie de l'éclair avec l'électricité, et qu'il imagine les conducteurs qui placent la foudre dans nos mains, et qui nous fournissent les moyens de nous en garantir.

Le génie ne se borne pas à former de grandes idées ; on le reconnaît encore à leur disposition, et au parti avantageux qu'il sait en retirer ; mais comme sa marche vers la vérité a toujours été méthodique, l'exposition qu'il en fait doit être remarquable par la méthode qui y règne ; ce sera la succession des idées qui l'ont mené à la découverte qu'elle renferme : on y distinguera cette liaison sévère dans les propositions, cette rigueur dans leur démonstration, cette exclusion de tout ce qui pourrait être étranger ou inutile, et ces conséquences heureuses que l'heureuse filiation des idées produit ; combien de fois les riches nuances de l'arc-en-ciel ont fait le désespoir des philosophes qui ont voulu l'expliquer ; en les considérant avec Newton à la suite de ses découvertes sur l'optique, on trouve sans effort leur véritable origine.

Le génie de l'observateur se déploiera donc par un jugement vrai, porté sur des phénomènes mal jugés, ou sur des rapports importans, échappés à des yeux distraits ou trop faibles : c'est ainsi que Spallanzani démontre que la digestion est produite par un suc de l'estomac, qui dissout les alimens, et que la trituration ne saurait en être la cause; c'est ainsi qu'il fait voir que les graines, leurs membranes, leurs cotylédons, leurs plantules préexistent à la fécondation; mais, si le génie est produit par la réunion des facultés intellectuelles, observées dans tous les hommes ; il faut avouer qu'il y a des hommes qui les ont dans un degré plus éminent. Le génie est sans doute encore le résultat de sensations plus vives et plus exactes, de perceptions plus prononcées et plus fidelles, d'une manière plus rapide et plus sure, d'une imagination plus prompte et plus vraie, d'un jugement plus pénétrant et plus solide, qui rendent les comparaisons plus savantes et plus hardies, et leurs calculs des différences dans les degrés, dans les proportions et le temps plus justes. A cet égard, on peut considérer aussi les productions du génie

comme celles d'une attention, d'une sagacité et d'une précision plus parfaites.

Le philosophe qui a du génie, est ainsi lancé naturellement dans le vaste champ des vérités nouvelles; il les rencontre dans tout ce qui l'entoure, et il les trouve dans tout ce qu'il étudie avec soin. Il y a loin de ces manufacturiers d'expériences qui en font 25, 000 sur une plante, à un Franklin, à un Spallanzani qui déterminent par deux ou trois observations ou expériences bien pensées, l'explication de la bouteille de Leyde, ou la préexistence des germes à la fécondation; mais aussi chacune de ces observations et de ces expériences a un but bien marqué, qui développe un phénomène capital.

Le génie sera donc cette vue perçante de l'ame qui embrasse d'un coup-d'œil toutes les idées relatives à l'objet qui l'occupe, qui calcule avec justesse leur valeur, qui saisit avec précision leurs ressemblances et leurs différences, qui découvre leurs places respectives, et qui démêle d'abord, dans un nombre d'idées, celle qui peut éclairer ses recherches.

ches. Tel est Newton qui remarque dans la différente réfrangibilité des rayons, et dans les loix de leur réflexion, les principes de son optique, aussi durables que la lumière.

L'homme de génie diffère donc de celui qui en manque, par le nombre de ses idées originales, par leur énergie et leur emploi. Il aura sur le même sujet des idées que le second n'aura jamais, et qu'il ne serait peut-être pas capable de comprendre. Tandis que l'homme qui n'a que de l'esprit, ou des talens médiocres, comprend à peine les idées qu'on lui présente; l'homme de génie les attaque avec courage, les saisit avec vigueur, les développe avec clarté, et les enseigne avec éloquence.

La vérité ne semble faite que pour l'homme de génie; elle est vraiment son patrimoine, parce qu'il peut seul la découvrir; celui qui manque de génie, manque presque du sens nécessaire pour la trouver; il la reconnaît sans doute, quand on la place sous ses sens, mais ses sens ne sont pas assez fins, son ame n'est pas assez énergique, son intelligence assez

vigoureuse, pour la remarquer sans le secours des autres. Il ne suffit pas de regarder la nature pour la dévoiler; il faut la pénétrer de toutes parts, conduire les phénomènes par des observations suivies à ce point de développement, où ils sont forcés de s'expliquer eux-mêmes, d'offrir leurs rapports avec les phénomènes connus, et de diriger sur eux la lumière fournie par mille faits éloignés, qui peuvent les éclairer. Un astronome ordinaire aurait vainement observé les astres avec la plus grande vigilance et les meilleurs instrumens; Cassini démontre au milieu d'eux le mouvement du soleil sur son axe, et Bradley découvre l'aberration de la lumière. Frédéric le grand peint avec énergie cette influence du génie sur l'art militaire. Végèce dit que la guerre doit être une étude, et la paix un exercice, il a raison; la pensée seule, ou pour mieux dire, la faculté de combiner ses idées, est ce qui distingue les hommes des bêtes de somme. Un mulet qui aurait fait dix campagnes sous le prince Eugène, n'en serait pas meilleur tacticien. C'est dans les causes des triomphes et des

défaites qu'il faut chercher les principes de l'art militaire. Combien d'historiens avaient labouré sans profit le champ de l'histoire, et n'avaient su y remarquer que la suite chronologique des événements qu'ils rapportent. Thucydide développe les secrets de l'esprit de parti : Tacite y dévoile les mystères de la tyrannie. Montesquieu y trouve les causes des succès et de la décadence des nations, avec les principes des gouvernemens.

Le hasard, si la philosophie permet l'usage de ce mot, peut servir l'observateur en lui présentant des circonstances heureuses, et des objets qui captivent son attention. Plusieurs découvertes ont été le fruit de ces momens fortunés. Si Dippel n'avait pas jetté sur le pavé de sa cour les composants du bleu de Prusse, il ne l'aurait peut-être pas trouvé, mais ce hasard aurait été inutile à l'observateur qui n'aurait pas eu le génie nécessaire pour en profiter. Une foule de physiciens avaient observé que les bouchons de liège qui fermaient les tubes employés à leurs expériences électriques, attiraient les

corps légers qu'on leur présentait ; Grey découvrit seul les moyens de la communication de l'électricité, à de très-grandes distances du corps électrisé.

CHAPITRE V.

Des connaissances de l'observateur.

La science est un guide de l'observateur ; ce n'est pourtant pas celle qui se borne uniquement à discuter des opinions ; c'est encore celle des faits, et sur-tout de ceux qui sont analogues avec les objets dont on s'occupe. On n'a pas long-temps observé la nature, sans remarquer une ressemblance dans ses procédés, de l'uniformité dans ses opérations, des rapports dans leurs effets ; c'est ce qui rend une connaissance générale des phénomènes de la nature aussi nécessaire aux naturalistes, que la connaissance des hommes est indispensable aux historiens. Cependant comme on ne saurait approfondir chaque partie également, on doit s'attacher à pénétrer chaque fait sous le point de vue qui peut le rendre le plus utile. Le peintre trouve dans les corps colorés d'autres pro-

priétés que le teinturier ou l'opticien. En général, les connaissances de l'observateur sur les effets étrangers à l'objet qu'il étudie, seront aussi nombreuses qu'il sera possible; mais leur profondeur sera en raison du nombre et de l'importance de leurs rapports avec cet objet.

Pour chercher ce qu'on ignore, il faut savoir ce qu'on connaît; le point qui sépare le connu de l'inconnu, est celui d'où il faut partir pour espérer du succès; autrement on perdrait son temps et sa peine à découvrir ce qui a été mis en évidence.

La connaissance des faits trouvés fixe souvent les sens de l'observateur sur eux, d'une façon propre à la rendre plus complète; soit parce que le sentiment de leur importance engage à les approfondir; soit parce que les découvertes qu'on a faites ne sont pas satisfaisantes. Lewenhoek et Needham apprirent à Spallanzani que les animalcules des infusions étaient dignes de son attention, et leurs essais imparfaits produisirent les découvertes du professeur de Pavie.

Je l'ai déjà remarqué, la connaissance la plus étendue de la nature, est de la plus grande importance pour celui qui veut la perfectionner. La nature est régulière dans la production de ses effets, et semblable à elle-même sous divers points de vue dans ses plus grandes différences; aussi la connaissance d'un fait facilite souvent la connaissance d'un autre qui aurait quelque analogie avec lui. Reaumur, après avoir disséqué l'aiguillon du cousin, observé l'ascension du sang dans le tube que les différentes parties de cet organe ont formé, explique cette suction par une formule adoptée de la nature, il la compare à l'élévation des fluides dans les tubes capillaires, ou à celles qu'on remarque entre les lames de verre aussi voisines que celles qui composent l'aiguillon du taon et du cousin. Peut-être aurait-il mieux rendu raison de ce phénomène, s'il avait pensé que le cousin faisait une espèce de vide dans le tube de son aiguillon, et que le sang de l'animal blessé, pressé par le poids de l'atmosphère, y jaillit comme le lait dans la bouche de l'enfant qui tette; ce qui explique au moins pourquoi il ne

reste point de sang dans l'aiguillon de l'insecte. Reaumur démontre que l'aiguillon d'une mouche des Galles, dont la longueur surpasse celle de son corps, est disposé de la même manière que la langue du pivert, qui peut s'allonger beaucoup, et dont l'allongement est produit par le déroulement de l'os hyoïde formé par une lame osseuse roulée sur elle-même comme un ressort de montre.

Enfin la connaissance d'un fait singulier peut inspirer l'idée d'en chercher d'autres, qui pourraient avoir quelques rapports avec lui, parce que tous les êtres sont pour l'ordinaire soumis à des lois plus ou moins générales, qui peuvent faire prévoir leurs résultats. C'est ainsi que les phénomènes des reproductions animales découverts par Spallanzani, et ses belles expériences sur la génération ont été les fruits des recherches de Trembley sur les polypes, et des idées de Bonnet sur la préexistence des germes.

Il n'est pas inutile d'être instruit de diverses exceptions aux lois générales ; soit que

ces exceptions puissent être réelles, soit que notre ignorance les place mal à propos dans cette classe. Dans le premier cas on trouve des faits rares propres à éclairer divers sujets; ainsi le gonflement d'un organe peut faire remarquer des vaisseaux et une organisation qu'on ne pourrait observer autrement. Dans le second cas on soumettra aux lois générales des effets qu'on y croyait irréductibles. Les phénomènes de la génération, des plantes et des animaux deviennent des conséquences de la loi du développement qui gouverne tous les êtres organisés, quand on admet l'opinion de la préexistence des germes à la fécondation.

Il convient même d'être instruit des faits qui paraissent manifestement contraires aux loix de la nature, afin de s'assurer s'ils sont bien observés, ou de montrer qu'ils ne sont que des conséquences fausses de faits mal examinés. Godaert et plusieurs autres naturalistes, ayant vu sortir des vers du corps d'une chenille, crurent qu'ils en étaient les enfans: mais Lewenhoek et Swammerdam virent bientôt l'opposition de ce phénomène, avec

leurs idées sur la génération des insectes ; ils attendirent donc la mouche qui pondait ses œufs dans le corps de la chenille, ils eurent la satisfaction de la prendre sur le fait, et de voir les vers eux-mêmes qui en sortirent, donnant naissance à des mouches semblables à celles qui en avaient pondu les œufs.

Cependant il faut se défier quelquefois des connaissances qu'on peut avoir, lors même qu'elles sont de la plus grande solidité, parce qu'elles pourraient faire soupçonner des choses qui n'existent point, et présenter les faits sous une forme tout-à-fait différente de celle qu'elle a réellement. Ce que l'on sait sur les procédés de quelques insectes, indique souvent ceux auxquels d'autres insectes ont recours dans des ouvrages analogues. Reaumur s'est servi utilement de ce moyen, pour expliquer plusieurs phénomènes inexplicables sans lui. Cependant les abeilles coupeuses de feuilles, cachèrent pendant quelque temps à ce naturaliste le procédé employé par quelques autres abeilles pour faire leurs nids avec des membranes soyeu-

ses ; il en chercha vainement la nature sur les plantes ; ce ne fut qu'après mille observations inutiles, qu'il découvrit enfin que ces membranes étaient sans fibres, et qu'elles avaient l'odeur de la soie en les brûlant ; ce qui lui fit conclure que cette membrane était formée par une matière préparée dans l'intérieur de la mouche, comme celles de la teigne et du ver Tipule, qui rejettent une bave avec laquelle ils font des coques blanches et luisantes.

Il est sur-tout utile de connaître l'histoire des observations, les méthodes des observateurs, les résultats de leurs procédés ; on se revet ainsi de leur esprit, on s'approprie leur adresse, et l'on suit leur marche quand elle a eu du succès ; on abandonne de même les procédés qui ont égaré, et on les perfectionne quand on ne peut pas leur en substituer des nouveaux. Quand on a médité Reaumur, Spallanzani ; quand on a connu la sagesse de leurs précautions, la finesse de leurs ressources, l'élégance de leurs expédiens, on se rend propre à étudier la nature ; leur génie inspire des idées, féconde

celles qu'on peut avoir, et met sur la route qu'ils ont si glorieusement parcourue.

L'étude même des observations des autres, quand elles sont analogues avec celles qu'on médite, peut devenir nécessaire; il est au moins important de s'assurer si elles sont concluantes et complètes; on apprend ainsi à les faire; on s'assure par les résultats, si on les fait bien; on peut découvrir des moyens de les rendre plus sûres et plus faciles; on découvre les obstacles qu'il faudra vaincre, la manière de les surmonter; l'ame se remplit d'idées que la réflexion fertilise, et que l'attention développe. Haller étudiait l'ouvrage de Malpighi, sur les accroissemens du poulet dans l'œuf, lorsqu'il faisait ses expériences sur ce beau sujet: La découverte de cette mouche qui place ses œufs sous la peau des bœufs, faisait comprendre les manœuvres de celles qui les placent dans le rectum du cheval, ou dans les sinus frontaux des moutons. Quand Galilée eut trouvé les satellites de Jupiter, il y eut sans doute plusieurs astronomes qui en cherchèrent aux autres planètes; Huyghens croyait

bien en trouver, lorsqu'il tourna ses lunettes sur Saturne ; et si l'on se laisse conduire par l'analogie, on croira facilement que la planète Herschel a plus de sept satellites, puisque ce grand astronome anglais en a déjà ajouté deux à ceux de Saturne.

La connaissance des observations déjà faites offre encore d'autres avantages ; elle familiarise avec les difficultés qu'on trouve dans la pratique de l'art d'observer ; elle met en état d'éviter la surprise qu'on éprouve à la rencontre des obstacles ; elle apprend qu'ils ne sont pas toujours invincibles, et elle fournit quelquefois les moyens de les surmonter, mais pour l'ordinaire les difficultés sont vaincues, quand on se croit en état de les vaincre, parce qu'on s'environne des ressources nécessaires pour obtenir cette victoire. Dans les mesures des hauteurs faites avec le baromètre, on sait combien il est important de faire attention au degré de chaleur, et l'on profite des travaux de Deluc pour déduire de l'indice barométrique, ou lui ajouter ce que l'expérience détermine pour avoir une mesure exacte. Celui qui se préparerait à faire l'histoire de la mer, tra-

vaillerait avec plus de sûreté, quand il serait prévenu sur mille circonstances, que ces recherches peuvent lui offrir. Il ne sera point étonné, quand il sera forcé de lutter contre les vents et les flots; il saura rendre la mer tranquille et transparente pendant quelque temps, en y versant de l'huile; il aura des tenailles commodes pour arracher au fond des ondes, les corps qui y sont attachés; il soupçonnera toujours les différences remarquables que l'âge, le sexe, le froid, la chaleur, la saison occasionnent dans la couleur, la figure, les mouvemens du même poisson, ou du même insecte; il saura que le mélange des races si facile dans ces espèces d'animaux, peut produire mille variétés dans les individus; il sera prévenu que les habitans des flots ont mille moyens pour se soustraire à nos recherches, qu'il est très-difficile de s'en procurer un grand nombre, et de les conserver dans leur état de fraîcheur. Comme Spallanzani, il étudiera les animaux marins dans la mer, il les transport ra auprès de lui sur la terre dans la même eau qu'il renouvelera souvent; il examinera avec scrupule les productions amenées par les filets des

pêcheurs, et il surprendra plusieurs êtres marins qui avaient échappé aux autres naturalistes. Ce grand homme instruit à l'école de Marsigli et de Donati, s'était approprié leurs instrumens, et il a laissé bien loin derrière lui, ceux qui l'avaient précédé dans cette carrière.

Quand l'observateur réfléchit à la petitesse des quantités qu'il est souvent obligé de mesurer avec exactitude, il est quelquefois surpris de l'inutilité des instrumens les plus parfaits qu'il pourrait y employer; mais ses connaissances ne l'abandonnent pas; l'adresse et le génie peuvent suppléer à des voies directes. Ainsi par exemple, le Professeur Prevost, en s'occupant du mouvement de translation du soleil, avait pensé que l'addition de cette parallaxe séculaire à la parallaxe annuelle, pourrait rendre leur somme plus facile à observer en certains temps de l'année.

On ne saurait douter qu'il y a plusieurs connaissances qui nous échappent, parce qu'il nous manque plusieurs données pour y arriver. Avant Lavoisier on ne pouvait expli-

quer le phénomène de la respiration, parce qu'on ne savait pas que le calorique était un principe constitutif des fluides, que l'air atmosphérique est composé, que l'oxygène est la base des acides, que l'acide carbonique est formé par la combinaison de l'oxygène avec le carbone; enfin que l'eau n'est point une substance simple; c'est ainsi que de nouvelles idées, formées par de bonnes expériences, ouvrent une nouvelle série de causes et d'effets, qui facilitent les moyens de pénétrer les causes de divers effets restés inconnus ou mal expliqués.

Je me suis arrêté sur ce sujet, parce qu'on traite l'érudition philosophique comme l'érudition littéraire, sans réfléchir à leur importance. Zimmerman dit fort bien que la lecture était une conversation médiate avec la nature, tandis que l'observation était une conversation immédiate avec elle; il supposait sans doute qu'on choisissait les auteurs qu'on lisait avec soin, et qu'on mesurait le degré de confiance qu'on leur donnait par le génie et la logique qu'on leur voyait développer. L'érudition sans jugement serait sans utilité, elle

elle amasserait des trésors dont on ignorerait le prix et l'usage; elle serait un magasin rempli sans ordre et sans étiquettes. Pour bien lire il faut bien penser, mettre chaque chose à sa place, et connaître sa valeur.

Quand on ne lit pas, on ne sait que ce qu'on a vu et pensé; les idées des autres peuvent donner un prix à celles qu'on a eues, les rectifier et les étendre. Un observateur qui ne peut voir beaucoup, serait téméraire, s'il osait généraliser ses idées d'après ses seules observations. Il me semble aussi que sans érudition, il n'y a point de vraie science, car enfin lorsqu'on traite un sujet déjà traité, il faudrait souvent refaire tout ce qui a été déjà fait, et l'on aurait encore à craindre les erreurs où les premiers observateurs ont pu tomber avec tous les obstacles qu'ils ont appris à vaincre.

Je vais même plus loin, et je profite de cette occasion pour assurer que l'érudition proprement dite est indispensable à l'observateur, parce qu'elle forme son jugement et son goût, et qu'elle lui inspire cette logique pra-

tique qui lui est toujours si nécessaire ; elle fait plus, elle lui donne cette énergie dans l'expression, cette force dans les pensées, cette clarté dans le style, cette méthode dans l'ensemble, qui caractérisent les grands écrivains ; c'est dans Homère, Horace et Virgile, comme dans Hipocrate, Aristote, Théophraste, que Boerhave et Spallanzani l'ont puisée, comme Dalembert et Reaumur.

CHAPITRE VI.

La physique générale et particulière, les arts, la métaphysique, les mathématiques sont utiles à l'observateur.

Il semblerait d'abord que nos connaissances étant bornées par la capacité de nos sens, pour saisir des impressions, et par celle de notre ame, pour découvrir des rapports, on ne peut espérer des succès dans l'art d'observer, que par une application immédiate de nos sens aux objets de nos recherches, et par l'attention de notre ame à ses sensations ; mais on s'appercevrait bientôt qu'on ne peut, ni tout appercevoir, ni tout démontrer, et que l'on serait souvent forcé d'abandonner ce qu'on observe, si l'on n'avait aucun secours à espérer pour l'approfondir.

On n'a pas observé long-temps la nature, sans s'appercevoir que les phénomènes

particuliers sont les résultats de phénomènes plus généraux, ressortissants de phénomènes plus généraux encore, qu'on verrait successivement se renfermer dans le phénomène général qui les contient tous ; en sorte que l'on pourrait croire qu'il n'est guères probable de bien connaître un objet sans les connaître tous. Ce n'est cependant point cette science universelle, aussi désirable qu'impossible, que je propose ; mais je voudrais persuader que la nature ne peut s'expliquer solidement que par la nature ; et qu'on ne peut prétendre à découvrir ses formules, que lorsqu'on en aura sous les yeux un grand nombre, et qu'on pourra les comparer entr'elles. Dans une machine où chaque pièce a des rapports déterminés, on ne saurait en trouver qui se contrarient. Pour juger donc les rapports qu'on découvre, il faut en connaître d'autres ; et pour en trouver de nouveaux, il faut souvent y être conduit par ceux qu'on connait. Si Descartes avait plus profondément réfléchi sur les mouvemens des planètes et des comètes, s'il avait vu quelques-unes des dernières suivre leurs routes dans des sens différents, il n'au-

rait pas imaginé la possibilité de ses tourbillons, qui ne permettaient qu'un mouvement dans le même sens, en supposant qu'il n'y eût pas d'autres impossibilités aussi graves à leur opposer.

Quel que soit donc l'objet des recherches de l'observateur, la connaissance de la *physique générale* lui est indispensable : tous les corps ont des propriétés qui influent continuellement sur leur manière d'exister, qui déterminent leurs modifications, et qui fournissent mille moyens pour comprendre les phénomènes qu'ils présentent. Si l'on n'avait pas remarqué les lois du mouvement dans les corps qui nous touchent; si l'on n'avait pas saisi l'influence des forces centrales sur les corps qui se meuvent en ligne droite; on n'aurait jamais compris le mouvement elliptique des planètes et des comètes, et encore moins calculé les anomalies qu'on observe dans leurs révolutions, et qu'on a vu résulter de leurs actions réciproques les unes sur les autres. Si l'on n'avait pas connu les lois de la gravité, on aurait vu inutilement le flux et le reflux de la mer, suivre

le passage de la lune au méridien ; un étonnement stérile aurait de même frappé Bouguer et Maskelyn, lorsqu'ils virent le fil à plomb dévier vers les montagnes auprès desquelles ils faisaient leurs observations, s'ils n'avaient pas connu les lois de la gravitation universelle, et s'ils n'avaient pas su en calculer les effets.

Il en sera de même pour les propriétés des solides ou des fluides considérés ensemble ou séparés, parce qu'ils ont aussi leurs lois qui déterminent leurs rapports ; les lois de l'hydraulique président jusqu'à un certain point, aux mouvemens du sang dans les vaisseaux de l'animal, comme à ceux de l'eau dans nos machines, et l'action des muscles se calcule comme celle des leviers ; mais pour arriver à ce point, il faut avoir étudié la mécanique et l'hydraulique, comme elle s'offre dans les atteliers, où elle présente les fondemens d'une théorie applicable à des faits analogues dans la nature.

Une physique plus particulière est aussi nécessaire pour l'étude des corps organisés,

comme ils ont tous de grands rapports avec l'air, l'eau, la terre, la chaleur, la lumière, peut-être l'électricité et le magnétisme; il faut connaître ces rapports pour juger les résultats qui en sont les effets continuels.

On ne saurait faire l'histoire des animaux et des plantes; si l'on ignorait les effets de la combinaison du gaz oxygène avec le carbone qu'ils contiennent, et ceux du dégagement du calorique, lorsque le gaz oxygène s'unit à quelque base pour former avec elle de nouveaux composés.

La nature paraît suivre jusqu'à un certain point, dans ses procédés, nos tables d'affinités, et celles-ci sont souvent des moyens sûrs pour trouver les causes de quelques phénomènes que la nature présente.

C'est sans doute avec raison, qu'on proscrit de l'étude de la nature, tout autre moyen que ceux de l'observation et de l'expérience; cependant comme on ne ferait pas l'histoire des hommes, en rassemblant les événemens que la tradition ou la vue ont placés dans

la mémoire ; parce que cette histoire suppose que les événemens sont liés entr'eux , qu'ils sont enrichis de la peinture des mœurs , des caractères et des usages des hommes , qu'ils sont encore analisés avec soin , pour découvrir leurs causes ; de même l'histoire naturelle ne saurait se borner à décrire les phénomènes ; elle s'occupe aussi de leur anatomie , et elle essaye de découvrir la cause des faits qu'elle dévoile ; ce qui repose entièrement sur les idées fondamentales que la physique et la chimie ont établi ; ce n'est point tout encore , il faut généraliser ses idées , tirer des conclusions rigoureuses , remonter aux premiers principes de nos connaissances ; mais il serait difficile de parvenir à ce point de perfection , sans avoir étudié avec soin la métaphysique.

La métaphysique dont je parle , ne se borne pas à disséquer des idées , et à combiner des mots ; elle doit se former par les conséquences immédiates que l'on peut tirer des faits ; c'est celle de Newton , de Leibnitz , de Lambert , de Bonnet , qui ont tenu le premier rang parmi les physiciens et

les naturalistes, parce qu'ils étaient les premiers métaphysiciens.

Un homme qui pense, ne se contente pas de recueillir des faits; il cherche à les lier entr'eux, à les placer de manière qu'ils s'expliquent réciproquement; il est entraîné à faire des théories propres à développer leurs causes; mais à tous ces égards, un naturaliste qui serait un sage métaphysicien, aurait un grand avantage sur un simple naturaliste.

Quand les mathématiques serviraient seulement pour assujettir l'imagination à la raison, pour distinguer le vrai du vraisemblable, pour accoutumer l'esprit à cette liaison solide dans les idées, qui est un des moyens les plus sûrs pour découvrir la vérité, et l'enseigner aux autres; cela seul contribuerait à le rendre observateur. On n'a pas toujours besoin, quand on observe, de calculs et de mesures; mais il faut toujours avoir cette exactitude, cet ordre, cette précision, cette analyse, qui dirigent le mathématicien.

Les mathématiques ont encore pour l'observateur, des usages plus directs ; elles lui apprennent à estimer avec plus de justesse les rapports qu'il a saisis. Il semble d'abord qu'on ne saurait se passer aisément des rapports de situation et de quantité qui occupent le mathématicien, puisqu'ils s'offrent sans cesse au physicien ; et qu'il est souvent appelé à les considérer. Il n'y aurait point d'astronomie sans géométrie ; sans les mathématiques, les belles théories de Coulomb sur l'électricité et le magnétisme, seraient encore à faire, comme celles de Haui sur les crystaux ; mais en s'habituant à suivre certains rapports avec précision, on apprend à en observer d'autres avec la même exactitude. Le physicien cherche les rapports des corps qu'il étudie, avec ceux qu'il connaît, ou avec l'univers, ou bien il s'efforce de pénétrer ceux de diverses parties du même corps entr'elles. Le moraliste cherche les rapports du caractère, des passions, des actions d'un ou de plusieurs hommes avec les autres, ou avec lui-même. Le métaphysicien compare ses idées entr'elles, ou avec leur objet, ou avec les idées que la

physique et la société peuvent lui présenter. Le littérateur cherche les rapports de ses idées avec les objets qu'il veut peindre, pour émouvoir les passions, ou pour rendre fidèlement les auteurs qu'il traduit, ou juger la propriété d'une expression. L'artiste cherche les rapports des machines qu'il invente, des tableaux qu'il compose, du marbre qu'il anime, des sons qu'il prépare avec l'utilité ou les plaisirs des hommes qui l'entourent. En général, tout ce qui peut frapper les sens est une partie de la chaîne des rapports qui forment l'univers; celui qui en connaîtra le plus grand nombre, et qui les calculera le plus exactement, sera l'observateur le plus pénétrant, et le savant le plus profond.

Il y a peu de sujets de physique qu'on puisse pousser loin, sans le secours des mathématiques; elles aident à tirer les conséquences d'une observation qu'on n'aurait pas remarqué sans elles, ou à en faire une application qui aurait échappé sans leur secours. L'observation n'est souvent importante que par les conséquences qu'on en tire. C'est

par le moyen du calcul qui a déterminé la réfrangibilité des rayons de la lumière, qu'on applique cette belle découverte à l'explication des phénomènes de l'arc-en-ciel. Les mathématiques, en donnant des idées justes sur la figure des corps, et en comparant leurs rapports, trouvent souvent leur vraie nature, la cause de leurs effets, et les résultats de leurs actions réciproques. On découvre ainsi quelles sont les figures qui contiennent le plus de matière sous le même volume, ou qui offrent le plus de surface, ou qui opposent la plus grande résistance. C'est peut-être par le calcul qu'on connaîtra la figure des molécules de l'eau, en combinant la quantité des sels différens d'une figure connue, qu'elle peut tenir dissous simultanément. Une seule observation sert de fondement à la catoptrique, par les développemens que le mathématicien peut lui donner. Faut-il peser l'air, déterminer l'effet des vents sur les vaisseaux ou les moulins, tracer la figure des mers ? le physicien qui s'occupe de ces problêmes et de mille autres, doit être mathématicien pour les résoudre. Toutes les observations de l'astro-

nomie ne deviennent utiles que par le calcul. Dalembert, Euler, Lagrange, Delaplace, ces mathématiciens du premier ordre, ne peuvent encore saisir la précision rigoureuse du mouvement des astres, malgré l'étendue de leur génie, la profondeur de leurs connaissances, et l'adresse de leurs opérations.

Quand on s'est familiarisé avec les procédés de la nature; on remarque bientôt qu'ils sont un résultat de *maxima* et de *minima*; parce qu'en trouvant toujours une économie de temps, de force, de matière, on remarque constamment le plus grand effet, lorsqu'on le combine avec les circonstances particulières. Les mathématiques ne s'appliquent si difficilement aux matières de physique, que parce qu'il faut trouver les élémens de ces *maxima* et de ces *minima*, que l'on soupçonne avec raison, mais qu'il est toujours très-difficile d'analyser.

Les mathématiques conduisent l'observateur à la vérité, en démêlant dans les effets qui ont plusieurs causes, le rôle que cha-

cun peut y jouer dans tous les momens. Lorsqu'on eut découvert les deux forces qui entretiennent l'harmonie de notre système planétaire; le calcul détermina l'action de chacune de ces forces, comme son effet dans tous les points de la courbe que les planètes et les comètes décrivent autour du soleil, ou que les planètes sécondaires parcourent autour de leurs planètes principales. Le calcul vérifie alors l'observation, en montrant dans ses résultats ce que l'on avait déjà remarqué dans la nature. Newton considéra les observations qu'on avait faites pour déterminer l'orbite de la lune; il chercha la quantité dont la lune devait tomber, pour décrire son orbite, et il trouva par ses calculs, ce que l'observation avait fait appercevoir.

Le calcul dévoile de même souvent la cause la plus vraisemblable d'un effet qui pourrait être produit par plusieurs, en déterminant sa probabilité par l'estimation des effets qui peuvent produire les causes données, ou par la conformité des observations avec les effets que le calcul annonce; ainsi toutes choses

étant d'ailleurs égales, le système de la gravitation universelle qui ne suppose que l'action de la gravité et de l'impulsion, ou plus probablement l'impulsion seule, si elle met en mouvement des corpuscules, qui communique celui qu'ils ont reçu aux corps qu'on appelle graves, suivant l'opinion de Lesage, est préférable aux tourbillons de Descartes, qui exigent la combinaison de plusieurs causes pour produire leur effet. Le calcul apprit encore à Newton l'impossibilité de ces tourbillons, et il parvint à expliquer, par sa théorie, divers effets inexplicables aux Cartésiens, et à développer avec plus d'exactitude, et d'une manière plus conforme aux observations, les phénomènes que Descartes avait voulu éclairer.

Les mathématiques ouvrent à l'observateur le chemin des découvertes, en lui montrant quelquefois dans les résultats de ses calculs, les effets qu'il doit chercher dans la nature. Tandis que divers astronomes se trompaient, la toise à la main, en mesurant la terre, Newton trouvait la vérité dans son cabinet, par les conséquences qu'il tirait

de ses théories. Il est vrai que Newton fit peu d'observations astronomiques, mais les observations perdent une grande partie de leur intérêt, quand on les sépare des conséquences immédiates qu'elles présentent; et si jamais l'observateur a développé les ressources de l'art d'observer; c'est sans doute Newton, lorsqu'il employait les observations des autres, pour trouver la mesure de la terre.

Un observateur pénétrant peut se servir du calcul avec fruit, pour tirer, comme Lambert, les termes moyens de diverses observations du même genre, faites sur le même objet de la même manière, ou par des moyens différens; il peut même parvenir à déterminer ainsi la valeur de ses observations, ou de celles qui sont faites par d'autres. Telle est l'idée heureuse que ce grand mathématicien a développée dans un recueil de traités physicomathématiques dictés par le génie, et intéressans par leur originalité.

Il est néanmoins important de remarquer, que l'observateur ne saurait tirer des mathématiques

matiques les mêmes avantages, pour tous les objets qui peuvent l'occuper. Ceux qu'on ne peut considérer abstraitement, ou dépouiller de leurs propriétés, pour les voir isolés, sont de ce nombre. En considérant la lumière composée de corpuscules mus avec une grande rapidité et différemment réfrangibles, on explique tous les phénomènes de l'optique par le calcul; mais si l'on voulait étudier la lumière elle-même et les effets de ses combinaisons, le calcul deviendrait inutile. On peut mesurer les effets d'une force déterminée, mais on ne peut rien découvrir sur la nature de la force elle-même. On estime les rapports des figures, leurs angles, leur solidité, leur volume; mais on n'évalue pas les moyens de l'abeille pour faire ses alvéoles, ou ceux de la nature pour former un crystal.

Le calcul pourrait encore devenir inutile, en l'appliquant à des sujets trop compliqués ou peu connus, parce qu'on serait forcé d'imaginer des hypothèses dont les bases pourraient être hors de la nature, ou parce qu'on dépouillerait le sujet de plusieurs propriétés dont la privation lui donnerait une autre

manière d'exister, et fournirait des conclusions qui n'auraient pas une existence plus réelle que le principe d'où elles seraient parties.

Le concours des causes pour produire un effet ou pour le modifier, est pour l'ordinaire si nombreux et si important, qu'on ne saurait quelquefois en négliger une sans nuire à l'existence de l'effet : il est même souvent difficile d'estimer la valeur de ces causes séparées, parce qu'on ne peut pas toujours les supprimer l'une après l'autre, pour pouvoir déterminer leur action individuelle et l'exprimer par une équation ; enfin, parce qu'il n'est pas toujours aisé de faire entrer toutes ces causes dans le calcul ; mais quand on aurait assez de pénétration pour les saisir, et assez d'adresse pour les représenter, comment déterminer leur effet partiel, quand on les voit agir ensemble ? et si leur énergie dépend de leur combinaison, que pourrait-on apprendre en les voyant agir solitairement ? Ce sont les difficultés qu'ont éprouvés ces génies hardis qui ont essayé la solution du problème des trois corps. Dalembert qui s'est distingué dans cette carrière, apprend dans son

Hydrodynamique, que la vitesse du sang et son action sur les vaisseaux se refusent à toute théorie ; on ne connait ni le jeu des nerfs, ni l'élasticité des vaisseaux, ni leur capacité dans les divers individus, ni la consistance et la ténacité du sang, ni les degrés de chaleur dans les différens organes ; et quand on connaîtrait tout cela, la multitude des élémens qui entreraient dans cette théorie, rendraient au moins ces calculs impraticables. On ne saurait imaginer une seule force dans la nature, dont on puisse mesurer exactement l'énergie, et connaître tout ce qui en favorise ou contrarie les effets.

On découvre quelquefois les erreurs d'une théorie avec le secours des mathématiques ; mais celles-ci ne fixent guères leur nombre, leur grandeur, leur nature et leurs causes. Les mathématiciens considèrent des points, des lignes, des surfaces, le temps même ne saurait être pour le calculateur le même que pour l'observateur. Le géomètre emploie dans ses opérations des causes régulières, indépendantes de toutes les modifications ; ou s'il essaie de les estimer, il les fait agir

d'une manière uniforme ; ce qui rend ses résultats constans, tandis que ceux de l'observateur varient comme les phénomènes qu'il cherche à pénétrer. C'est pour cela qu'en négligeant de très-petites quantités dans le mouvement des planètes, on a des anomalies dont on ne peut rendre raison : mais Delaplace en reprenant ces quantités négligées, a montré que ces inégalités étaient périodiques, et qu'une équation séculaire les ramenait au périodisme observé dans les mouvemens célestes. Cette remarque est encore plus juste, quand on s'occupe de la physique proprement dite, parce qu'on n'a plus des données aussi claires et aussi simples que dans l'astronomie ; c'est ainsi qu'il est très-difficile d'estimer ce qui cause la différence de la chaleur de l'eau bouillante sur les montagnes et dans la plaine ; malgré les peines et l'adresse de Deluc, son incertitude pour déterminer le degré de chaleur de l'eau plus ou moins privée d'air, dans un matras, celui de la perte de la chaleur au travers d'un tube, celui qui est occasionné par le frottement de l'eau contre ses parois, et celui qu'on observe dans le vide, lorsqu'il y a un peu d'eau dans la partie

supérieure, montre l'impossibilité d'en apprécier les effets.

C'est ainsi que les mathématiques qui aident souvent l'observateur, servent quelquefois à l'égarer, quand on les applique à diverses parties de la physique trop compliquées ou mal connues. Le principe étant faux, ses conséquences doivent être fausses, quoiqu'elles soient rigoureuses : l'observateur qui a trompé le mathématicien, est trompé par lui à son tour avec l'appareil de la vérité. C'est ainsi que Borelli s'est trompé quelquefois en calculant le mouvement des muscles; c'est ainsi que les calculs ne sont pas toujours d'accord avec l'expérience, quand on estime le mouvement des projectiles, ou les températures produites par le mélange de deux fluides d'une chaleur différente.

Le calcul ne peut être utile à l'observateur, que lorsque l'observation en fournit les élémens, et en vérifie les conséquences. Le calcul peut annoncer les découvertes, mais les sens doivent les faire, ou bien le calcul peut

fournir une nouvelle preuve de leur solidité. Lorsque Maraldi eut trouvé, par l'observation, les angles des rhombes qui forment le fond des alvéoles des abeilles, Kœuig les trouva de même par le calcul. Le mathématicien présente ainsi la vérité dans une suite de propositions, l'observation la démontre par les faits qu'elle place sous les sens.

En général, les effets qu'on peut soumettre au calcul, doivent être produits par une ou plusieurs causes simples et constantes, faciles à évaluer: C'est ainsi qu'on calcule avec précision les phénomènes du flux et du reflux de la mer, la plupart de ceux qu'on remarque dans le système astronomique du monde; mais il faut soigneusement rassembler toutes les données; l'omission des plus petites quantités pourrait fournir des résultats trompeurs. Les premiers efforts de Clairaut, pour calculer le retour de la Comète de 1756, furent presque inutiles, parce qu'il crut pouvoir négliger des quantités très-petites; ce ne fut que lorsqu'il parvint à les employer, qu'il trouva la solution qu'il cherchait.

Digitized by Google

Il y a des phénomènes physiques qui paraissent d'abord absolument irréductibles au calcul, comme le magnétisme et l'électricité. Cependant Coulomb et le professeur Prévost, ont fait voir qu'il ne fallait pas renoncer à l'espoir de soumettre ces sujets difficiles à ce moyen de percer les ténèbres qui les couvrent.

Il faut pourtant reconnaître que les mathématiques ont porté dans l'étude de la physique, un esprit d'analyse et de rigueur qu'on n'y trouvait pas assez auparavant. Il faudrait ici faire connaître les recherches profondes de Lesage sur la gravité ; on y verrait ce que le génie, l'adresse, l'habileté, le savoir, peuvent entreprendre pour vaincre les difficultés les plus imposantes ; on y apprendrait le secret toujours difficile d'appliquer heureusement les mathématiques à la physique ; mais le public admirera une fois comme ses amis, les ouvrages dont il renvoye toujours la publication.

L'époque brillante de la chimie et de la physique, est celle où les mathématiciens

ont prêté leurs secours aux physiciens ; ils les ont initiés dans les mystères d'une analyse qu'on n'avait pas imaginé d'introduire dans ces sciences. Delaplace, Monge, Vandermonde, trouvent leurs noms à côté des grandes découvertes faites en chimie dans ces derniers temps.

Le calcul des probabilités est uniquement fondé sur l'observation ; mais ce calcul utile pour estimer la valeur des observations elles-mêmes, s'applique avec succès à la morale, à la politique, aux rentes viagères, aux assurances etc., comme à l'agriculture et à la physique.

La *connaissance des arts* fournit quelquefois des moyens pour pénétrer la nature, en suggérant les ressources qu'elle pourrait employer. Reaumur savait que les cuirs dorés n'offrent que l'apparence de l'or, et que cette dorure est l'effet d'une plaque d'étain brunie et polie, sur laquelle on appliquait un vernis brun ; il imagina que la dorure des crysalides pourrait être produite par un procédé semblable, et il le démontra en do-

rant une pièce d'argent par la seule application de la peau d'une crysalide ; il conclut alors que la peau de la crysalide remplaçait le vernis, et il vit qu'elle recouvrait une matière argentée, semblable à celle qu'on retrouve sous les écailles de certains poissons.

CHAPITRE VII.

Du scepticisme de l'observateur.

LE génie inspire la confiance, le savoir repousse souvent la crainte de se tromper : on aime s'appuyer sur ses forces, et croire aux idées qui plaisent; mais comme la science des faits n'est pas celle des possibles, il faut chercher ce qui est, en se défiant encore de ce qu'on observe : la nature tient quelquefois le langage qu'on lui demande, et revêt l'extérieur qu'on lui souhaite; on peut la rendre ainsi, malgré elle, complice de nos erreurs. Tels furent ces naturalistes qui prétendirent pendant plusieurs siècles, que la corruption produisait des êtres animés; ils trouvaient plus commode de croire sans examen, ce qu'ils aimaient voir, que de chercher avec soin les fondemens de leur croyance. Rhedi eut beaucoup de peine à dissiper cette erreur qu'il accablait pourtant

de tout le poids de la vérité. Ce fut en vain qu'il mettait sous les yeux la chair des animaux fraîchement tués, et enfermés avec scrupule dans des vases de verre; qu'il la montrait se pourrissant, sans produire aucun ver. Ce fut en vain qu'il fit remarquer les mouches déposant leurs œufs sur le parchemin qui recouvrait ces vases, et qu'il observa les vers qui sortaient de ces œufs: on crut long-temps après lui, que la pourriture était la mère des insectes.

Les préjugés sont d'autant plus dangereux, qu'ils deviennent des parties intégrantes de nos idées: ils sont souvent autorisés par les passions et les goûts qu'on peut avoir; on se persuade aisément qu'ils sont l'ouvrage de la réflexion; on se repose sur l'infaillibilité qu'on s'attribue, et l'on se trompe pour l'ordinaire presque toujours, parce qu'on a eu le malheur de se tromper une fois. Fontenelle admira Newton, mais il n'eut pas le courage d'abandonner les romans de Descartes.

L'observateur doit donc veiller sur ses

idées, parce qu'elles influeront sur ses observations et sur les conséquences qu'il en tire. Malpighi, après avoir découvert les stigmates des insectes, décida qu'ils étaient les organes de leur respiration, parce que ces insectes périssaient, lorsqu'il couvrait d'huile ou de suif ces ouvertures; mais il ne fit pas attention que ces animaux vivaient long-temps sous l'eau et dans le vide. Reaumur conclut que les stigmates donnaient passage à l'air qui entrait, et que cet air ressortait par les pores de la peau; plusieurs expériences rendaient cette opinion vraisemblable. Bonnet a prouvé que cet air qui paraissait s'échapper du corps de l'insecte, était adhérent à ses poils et à sa peau; et il laisse dans l'incertitude sur l'usage des stigmates, pour la respiration des chenilles. Malpighi prononça avec trop de confiance, sur un fait mal observé. Reaumur fut trompé par une expérience qui ne fut pas faite avec assez de soin; et Bonnet aurait vu la vérité, s'il n'avait pas voulu faire respirer les chenilles comme les autres animaux.

On ne comprend pas d'abord comment

les idées qu'on peut avoir, influent sur les observations ; mais les préjugés, les passions font souvent penser et croire ce qui est conforme aux idées qu'ils approuvent ; on se cache ce qui les contrarie, souvent même on n'apperçoit plus la contradiction ; en vain le verre se brise plutôt que d'être pénétré par l'électricité ; Nollet lui voit toujours tamiser le fluide électrique.

Le comte de Rumford sentait la facilité d'être influencé par ses opinions, lorsqu'on observe ; aussi il apprend que dans ses expériences pour mesurer les forces comparatives de la lumière dans divers combustibles ; il faisait observer et écrire en silence par un aide, la distance des lumières, au moment où il jugeait l'égalité des teintes ; comme il ignorait cette distance, jusqu'à la fin de l'expérience, il ne pouvait plus essayer la correction d'une erreur qu'il aurait pu attribuer au jugement de ses yeux ; s'il avait été assez faible pour former un desir dans cette occasion, et quoiqu'il se sentit assez fort pour le vaincre ; il avoue qu'il fut content d'avoir trouvé ce moyen pour éviter ce piége.

On ne conçoit pas mieux le despotisme du merveilleux sur l'esprit. Combien d'hommes difficiles en preuves pour des faits bien prouvés, ont été crédules à l'excès pour des faits absurdes? Combien de physiciens ont illustré les folies de Mesmer. Cependant si le merveilleux exige de fortes preuves pour être cru, il ne faut jamais le rejetter sans examen. Je crois Spallanzani, lorsqu'il me dit avoir vu pousser une nouvelle tête aux limaçons qui l'avaient perdue par son scalpel, sa bonne foi m'assure qu'il n'a pas voulu me tromper; son exactitude et sa pénétration me persuadent qu'il n'a pas été trompé, et mon expérience me démontre qu'il a vu ce qu'il raconte; mais on ne croit pas de même qu'il y a des fluides particuliers hors de la portée des sens, qui agissent sur les hommes au gré de la volonté des autres, parce que l'enthousiasme de quelques savans prévenus, ou la tradition des sots et des ignorants cherchent à en établir l'existence.

Une des causes les plus communes des erreurs des philosophes, c'est leur penchant pour généraliser leurs idées, et pour juger

ce qu'ils n'ont pas observé d'après ce qu'ils observent. Ainsi, parce que la plûpart des animaux se reproduisent par accouplement, on a conclu long-temps qu'ils se reproduisaient tous de cette manière; et l'on niait la reproduction extraordinaire des polypes, parce qu'on ne pouvait l'associer avec ces antiques idées; le préjugé repousse la découverte de la vérité, il l'obscurcit même pour quelque temps, quand on est parvenu à la trouver. De grandes vérités ont long-temps lutté dans ce siècle contre l'ignorance, la paresse, l'orgueil, les préjugés, et ce n'est pas leur faute si ces vérités n'ont pas été anéanties.

Il faut se convaincre qu'on ne se trompe jamais en lisant la nature telle qu'elle est, si l'on étend seulement les conclusions que fournit cette lecture, à ce que l'on peut observer; pourvu qu'on le compare avec soin à tout ce qui pourrait être contraire aux propositions déduites de l'observation.

On se trompe souvent par des idées incomplètes ou peu exactes, qui se forment

pour l'ordinaire, par des observations mal suivies ou mal imaginées ; alors les conséquences qu'on en tire, sont nécessairement vicieuses, et les théories qu'elles font naître, sont purement imaginaires. Avec une définition et la patience de Wolff, on bâtit à peu de frais, un système dont la solidité repose snr la solidité de la définition. Quand les aneiens observaient le phénomène des pompes, ils ne voyaient que le fluide suivant le piston qu'on tirait ; ils crurent que la nature avait horreur du vide, et cette horreur prétendue devint une explication suffisante ; les siècles se sont entassés avant de sentir le poids de l'atmosphère qui déterminait mécaniquement l'eau à s'élever, quand le piston avait fait le vide.

Un doute sage fera éviter tous ces écueils : Quand on sait suspendre son jugement, on apprécie ses idées avant de les adopter, on les compare sévérement avec l'observation, avant de tirer leurs conséquences. Le doute est cet acte de l'entendement qui arrête sa décision, qui lui fait peser la valeur des idées

idées qu'il approuve, comme celle des idées opposées, et distinguer avec soin le vrai du faux, ou même du probable ou du vraisemblable. Le doute est peut-être pénible, mais s'il fait chercher les moyens d'éclairer ce qui est obscur, il devient l'aide de la raison, et un bouclier contre tous les préjugés que la précipitation, la légéreté et la négligence ont coutume de produire. Le doute est le fruit de l'examen, comme il en est la cause; l'ignorant ou l'irréfléchi ne doute jamais, parce qu'il ne considère pas les raisons qui appuyent ou combattent ses opinions; il embrasse la première qui s'offre à lui, parce qu'il croit toujours qu'il n'y a rien à examiner, et il ne saurait douter, parce qu'il ne sait voir pour l'ordinaire, qu'une idée sur le sujet dont il s'occupe.

Le doute philosophique doit s'étendre à tout ce qui peut en être l'objet, aux idées des autres, et même à celles des grands hommes dont l'autorité est trop souvent irrésistible. Reaumur avait bien vu l'étui de l'aiguillon du cousin fendu dans sa partie supérieure, les bords de la fente s'écartant l'un

de l'autre, et la pointe de l'aiguillon s'avançant au-delà de l'extrémité du fourreau; mais quand il ajoute que cet étui n'est pas fendu dans toute sa longueur, qu'il est terminé par un bouton un peu allongé, et que ce bouton est percé pour laisser passer l'aiguillon; ce sont autant de faits imaginés par Swammerdam et Lewenhoek comme Casanova l'a démontré. Boerhave et Haller assurent que les chiens ne digèrent pas les os. Spallanzani a prouvé que les chiens pouvaient les digérer, quand les os étaient retenus assez long-temps dans l'estomac de ces animaux; mais il observe en même temps qu'il y a des chiens privés de cette faculté.

Il est même dangereux de regarder quelquefois comme des vérités démontrées, ce qui est généralement reconnu pour des vérités incontestables. On croyait, il y a quelques années, que l'air et l'eau étaient des élémens simples; Lavoisier a mis sous les sens leurs composition et leurs composants. La communication de la chaleur dans toutes les directions, au travers des corps, et sur-

tout des fluides ; était un fait qu'on regardait comme une vérité absolue : cependant le comte de Rumfort établit que l'air et l'eau ne sont pas des conducteurs de chaleur, que les vapeurs et la flamme ne le sont pas davantage, enfin que tous les autres fluides et liquides sont dans le même cas ; c'est-à-dire, que quoique chaque particule d'un fluide puisse recevoir individuellement la chaleur des autres corps, ou la leur communiquer ; cependant tout échange de chaleur entre les particules est impossible.

On doit sentir à présent que l'observateur est appelé à douter de ses propres idées, afin de s'assurer, par tous les moyens possibles, de leur conformité avec les objets sensibles qui en sont les originaux. Il doit douter de ses sens pour acquérir la certitude, qu'ils apperçoivent nettement ce qu'ils représentent ; de ses procédés pour juger s'ils sont propres à dévoiler ce qu'il cherche ; enfin de ses résultats pour se convaincre qu'ils sont conformes aux faits sur lesquels ils reposent. Quand il aura vérifié de cette manière toutes

ses idées dans leur origine, leur formation, leur maturité, il pourra jouir du plaisir de posséder la vérité, et il sera persuadé qu'elle brillera aux yeux des autres, comme elle a pu briller aux siens.

Si cette méthode retarde la marche, elle en assure au moins tous les pas, et l'on sent son importance en réfléchissant davantage sur la difficulté d'éviter l'erreur dans les observations comme dans les jugemens qu'on en porte : il faut le répéter, les plus grands hommes, ceux qui ont fait les plus belles découvertes, qui ont détruit le plus d'erreurs, dont la vérité semblait être devenue une propriété continuelle, ont eu, comme les autres, des idées fausses. Rhedi, Malpighi, Swammerdam, Reaumur ont quelquefois mal observé, et ils ont eu le tort de publier des observations qui n'étaient pas bonnes. Newton lui-même s'est trompé, et son erreur a retardé la perfection des télescopes. En vain Euler établissait, par ses calculs, l'avantage d'employer des milieux différemment réfringens, dont l'inégalité de la puissance réfractive pût compenser leurs effets réciproques ;

Dollond opposait toujours Newton aux démonstrations d'Euler. Clairaut même fut égaré dans ses calculs par ses préjugés en faveur de Newton. Enfin Dollond fit des expériences, et il trouva que Newton s'était trompé, que les idées d'Euler étaient fondées, et il perfectionna beaucoup les lunettes.

Le dogmatisme est le plus grand ennemi de l'esprit d'observation; ses arrêts sont des ordres donnés à la nature et au génie; soit qu'on le considère comme systématique, arrangeant tout d'après certaines vues; soit qu'on le regarde comme un effet de l'habitude résultant de l'opinion exagérée de ses talens, ou de celle que les autres en ont pris; ils produisent alors à-peu-près les mêmes écarts; les hommes se laissent aisément entraîner; ils cèdent souvent plutôt à l'ordre de croire, qu'ils ne pensent à approfondir les idées soumises à leur examen. C'est ainsi que le Cartésianisme s'est soutenu pendant quelque temps, quoique Newton en eût sappé tous les fondemens.

L'observateur, en éclairant tous ses doutes,

préviendra ceux des autres; il leur montrera la vérité sans nuages, en multipliant ses preuves, réfutant toutes les objections, applanissant toutes les difficultés. Tel fut Spallanzani; pour montrer par exemple que la liqueur séminale répandue par le mâle sur les œufs du crapaud à mesure qu'ils sortaient du corps de la femelle, était la cause de leur fécondation; il sépara une partie de ces œufs, au moment qu'ils paraissaient, et les mit dans un vase avant qu'ils eussent été arrosés par le mâle; il plaça de même dans l'eau d'un autre vase des œufs semblables sur lesquels le mâle avait répandu sa liqueur; et il vit que, tandis que ceux-ci produisirent des têtards, les autres se pourrirent; mais, comme si cette expérience pouvait être douteuse, il la répéta d'une autre manière, il sortit du corps d'une femelle un paquet de ses œufs, il ouvrit le corps d'un mâle dont il prit la liqueur séminale, il la répandit sur une partie de ces œufs, et cette partie seule fournit des œufs féconds.

Enfin, je crois important de remarquer que le savant qui est souvent mal à propos opi-

niâtre dans ses idées, peut aussi mal à propos les abandonner avec trop de facilité ; la raison et l'examen doivent seuls, dans les deux cas, former leur décision. Marsigli décida que les coraux étaient des plantes marines, et l'on ne vit plus dans la mer que des plantes marines. Donati, Ellis, Peyssonnel montrent que les coraux sont l'ouvrage et le logement de divers Polypes, alors tout ce qui était plante devient animal ; et l'on voit encore des animaux dans les conferves, dans la matière verte de Priestley et dans diverses plantes aquatiques de ce genre. Romé de l'Isle osa faire le Polype un composé d'animaux. Vaucher détruit cette opinion en découvrant les graines des conferves. Physiciens, observez et faites taire un moment votre imagination ; vous conclurez toujours avec solidité quand vous aurez vu sàns prévention.

CHAPITRE VIII.

Des difficultés de l'art d'observer, et de quelques qualités générales pour observer convenablement.

Les observations mal dirigées doivent être trompeuses. Une question mal faite à la nature peut avoir une réponse qui ne sera pas satisfaisante. Il ne suffit pas que les sens soient bien exercés, il faut qu'ils soient encore des sens observateurs; il faut prévoir l'usage le plus avantageux des moyens qu'on veut employer, autrement les sens et les instrumens pourraient devenir inutiles, en supposant qu'ils ne voilassent pas la vérité.

Il est malheureux pour la perfection de l'esprit humain, qu'il soit plus porté à faire des raisonnemens que des observations; on raisonne à perte de vue sans se déranger, mais on ne pense à observer, que lorsqu'on

a trouvé le sujet de ses observations avec la manière de les faire : le sujet même qu'on observe échappe encore souvent à l'observateur, parce que son mécanisme ne se développe que dans quelques circonstances qui ne frappent pas toujours les sens, ou parce qu'il se présente d'une façon qui déjoue tous les efforts qu'on avait faits pour le bien voir. Fontana observait les nerfs avec son microscope ; il ne voyait que des fibres tortueuses, quand il se servait de fortes lentilles, et des lames spirales à l'œil nud, ou quand ses lentilles grossissaient moins. Les premières observations lui montraient le nerf composé de bandes larges, les secondes le représentaient comme des fibres ondées et parallèles. Quelle était la vraie apparence ? En répétant l'observation, il découvrit la vérité. Il remarqua que les lentilles trop fortes faisaient disparaître les bandes, et les lentilles trop faibles les fibres tortueuses : la lumière plus ou moins vive, portée sur le nerf, offrait les bandes ou les fibres seules ; avec une lentille d'une force médiocre, et en éclairant l'objet d'une manière qui ne laissait voir que les fibres, il ne voyait pas les bandes qui reparurent,

lorsque le nerf fut éclairé par une certaine lumiere, et qui disparurent, quand la lumière fut changée; ce qui lui fit conclure que les fibres étaient tortueuses. Il paraît donc que les objets qui frappent les sens n'échappent pour l'ordinaire à l'observateur, que parce qu'il ne sait pas les appercevoir, et que la plupart d'entr'eux cessent d'être des énigmes, quand on les observe convenablement.

Il est probable qu'on observe mal, parce qu'on croit lire la nature comme un livre écrit dans sa langue, sur un sujet bien connu; cependant il arrive souvent que la langue de la nature n'est pas la nôtre; il faut donc l'apprendre, pour pouvoir l'interpréter; il faut même alors la lire encore avec réflexion et sans préjugés.

Tous les arts ont leur science et leurs procédés qu'on apprend seulement par leur pratique, on apprend de même l'art d'observer; il faut donc étudier d'abord les grands observateurs, observer soi-même; c'est ainsi qu'on acquiert cette délicatesse dans les sens, et cette perspicacité dans le jugement qui dis-

tingue ce que d'autres trouveraient semblable, et qui découvre ce qui échappe au plus grand nombre. En répétant les observations bien faites, on s'approprie la logique des sens des bons observateurs, et l'on prend leur méthode; en appercevant comme eux, on se familiarise avec l'observation de tous les objets; on s'accoutume à les reconnaître lorsqu'ils se présentent, à les comparer avec ce qu'on connaît, à remarquer les faits essentiels, et à braver les obstacles comme les mauvais succès.

On n'a pas observé un objet, parce qu'on l'a approché de ses sens, et parce qu'on y a remarqué quelques-uns de ses caractères; il faut souvent connaître son histoire depuis son origine jusqu'à sa fin, en peindre les événemens, en pénétrer les causes. Si l'on étudie un insecte nouveau, il faut le voir vivant dans le lieu qu'il habite, se servant de ses membres, préparant son logement, pourvoyant à sa subsistance; il faut anatomiser ses diverses parties, marquer le temps de sa naissance, de ses métamorphoses, de ses amours, de sa mort; suivre ses ouvrages;

examiner les matériaux qu'il y emploie, sa méthode pour s'en servir, les obstacles qu'il est forcé de surmonter, épier les soins qu'il prend de sa famille, découvrir les ennemis qui le menacent, la défense qu'il leur oppose, les ruses qu'il pratique. Il faudrait connaître aussi bien que lui ses idées et ses forces : c'est ainsi que Reaumur et Duhamel formeront les observateurs qui pourront leur ressembler.

On apprend avec ces grands modèles ce qui doit sur-tout fixer l'attention ; on y trouve que si la description du phénomène est nécessaire, la découverte de sa cause est encore plus importante. Reaumur enseigne toujours combien de fois une chenille change de peau, mais il avoue lui-même que ces observations ne sont pas les plus utiles, parce qu'elles ne découvrent pas le secret de ces changemens; il s'applique aussi à l'observation de ce qui les précède, et de ce qui les suit pour en saisir la cause et la manière. Il y a même des cas où la seule connaissance d'un fait serait stérile. La vue des crystaux de roche n'offre à l'observateur que leur forme

et leur transparence ; Rouelle plus scrupuleux apperçut en les observant qu'ils ont été fluides ; il remarqua dans quelques-uns des insectes, des plantes et même des gouttes d'eau, il recueillit celles-ci, il les fit évaporer, et il obtint des crystaux d'une forme semblable à ceux, où ces gouttes étaient renfermées.

On ne perfectionnerait pourtant pas un art en répétant servilement les procédés employés ; mais on lui fera faire des progrès en conservant les procédés les plus heureux, ou en rendant plus parfaits ceux qui peuvent le devenir. Si nos astronomes avaient suivi les anciennes méthodes, l'astronomie serait encore bien retardée ; on n'aurait pas les instrumens exacts dont on se sert pour observer, les savantes formules qu'on emploie pour calculer les observations, et l'on ne serait pas parvenu à cette exactitude et à cette précision dont on n'a peut-être pas imaginé d'abord la possibilité.

Pour être fidèle dans ses observations, il faut être impartial dans ses jugemens ; les opinions influent sur les sens plus qu'on ne

pense ; quand on est fortement prévenu pour une idée, on la cherche dans la nature, et l'on ne manque pas de la trouver ; mais, si l'on a l'esprit rempli d'idées vraies, on ne trouvera rien, ou l'on trouvera la vérité.

Enfin, pour réussir dans l'art d'observer, il faut avoir cet esprit d'observation qui est plus rare qu'on ne pense : on le reconnaît à cette faculté d'appercevoir promptement chaque objet, tel qu'il est avec tous ses détails; de saisir ses rapports avec tous les autres êtres de l'Univers, de les lier entr'eux, et d'en faire une peinture fidelle dans toutes les circonstances où il peut se trouver : c'est une espèce de tact fin et rapide, qui remue l'ame, qui la fixe d'abord sur les parties des objets qui sont les plus propres à les éclairer : cet esprit s'applique à tout ce qui peut agir sur lui; il se montre de même dans tous les instans ; il rend les autres sens plus subtils, parce qu'il les dirige dans leur emploi ; et comme il tient plus à l'ame, qu'il est plus universel et plus énergique, il semble le sens de la vérité.

L'esprit d'observation paraît sur-tout dans la découverte du lien qui unit les faits entre eux; il découvre les secrets de leur histoire, il dévoile leurs ressemblances, leurs différences, leurs influences; et il fournit dans ces comparaisons ingénieuses le fondement de tous leurs rapports et le nœud de leur union. L'observation est une perception individuelle, l'esprit d'observation en détermine les objets; il crée les idées générales, en remarquant l'espèce, le genre, le règne dans l'individu; et ce sont ces idées, ces explications lumineuses qui rendent l'art d'observer si important et si difficile dans tous les états et dans toutes les circonstances.

Cet esprit est très-rare, il suppose des sens fins et délicats, une imagination vive, une mémoire facile, une logique vigoureuse. Combien d'hommes croient observer sans faire une observation remarquable; qui se bornent à ébaucher leurs recherches; qui manquent de pénétration pour saisir les rapports importans, et de génie pour les lier? Combien qui voient les objets autrement qu'ils ne sont? Combien qui n'apperçoivent qu'une partie

des objets ? Combien qui laissent échapper le phénomène fondamental ? Mais rien ne prouve mieux la rareté de l'esprit d'observation, que les fréquentes disputes sur les faits.

Les hommes trop ardens, comme ceux qui ont trop de lenteur, ne sauraient prétendre à posséder l'esprit d'observation. Les premiers, en voyant tout d'un coup-d'œil, voient avec confusion, et manquent les détails avec les rapports fondamentaux. Les derniers ne voient que les détails, ne saisissent point l'ensemble, et laissent échapper les occasions heureuses. En combinant l'activité de l'esprit avec la circonspection dans les jugemens, et l'attention dans les observations; on aurait le meilleur observateur. On remarque que les observateurs distingués sont nés dans les zones tempérées. Hipocrate n'a formé que des commentateurs stériles parmi les Arabes, ses disciples les plus illustres sont Baglivi, Sydenham, Boerhave et Vanswietten. Laplace a peint l'observateur en se peignant lui-même dans le Tome II du *système du monde*. Le philosophe vraiment utile

utile au progrès des sciences, est celui qui, réunissant à une imagination profonde une grande sévérité dans le raisonnement et les observations, est à la fois tourmenté par le desir de s'élever à la cause des phénomènes, et par la crainte de se tromper dans celle qu'il leur assigne.

CHAPITRE IX.

Des objets que l'on doit observer.

ON se tromperait bien si l'on croyait que l'Univers est connu, parce que les savans se sont occupés de ses différentes parties visibles; ceux qui ont ce préjugé n'ont pas lu les ouvrages des savans qu'ils vantent, ou bien ils n'ont pas observé la nature qu'ils croient expliquée On connait à peine les bords de la science, et nous sommes peut-être mieux placés que Socrate pour répéter après lui ce beau mot qui fera toujours l'éloge de son savoir et de son jugement; je ne sais qu'une chose, c'est que je ne sais rien. Tant qu'on ne pourra pas établir le système général du monde, lier les faits connus, saisir tous leurs rapports, déterminer leur influence mutuelle, faire l'histoire complète de tous les êtres; on ne pourra pas se flatter d'avoir pénétré la nature. On n'a presque observé

que des objets isolés, on ne connait point complettement les objets qui ont été le plus étudiés. Qui pourrait assurer que toutes les qualités essentielles au corps sont connues ? Quand on eut découvert l'existence du vide, il fallut ajouter l'impénétrabilité. On ne saurait se flatter de connaître les composés, tandis qu'on ignore la nature de leurs élémens et celle de leur union. Quel est l'être des trois règnes qui soit un peu approfondi ? Quel est le règne dont on ait épuisé les genres ? Quel est le genre dont on ait parcouru les espèces ? Quelle est l'espèce dont on puisse dessiner tous les caractères ? La comparaison de l'état actuel des sciences avec celui où elles étaient dans le siècle passé, doit donner de grandes espérances ; mais il faut avouer aussi qu'on sent bien mieux à présent tous les vides. L'observation est la clef de ce trésor, et cette clef est placée dans les mains de tous les hommes.

Il est impossible d'avoir une idée de ce qu'on ignore ; notre petit cerveau, ses petites idées, saisissent les grandes vues de la nature, quand on peut les rendre sensibles, mais il y

a peu d'hommes capables de les découvrir. Combien de faits auraient été crus absurdes, si on les avait proposés avant que l'observation les eût mis sous les yeux ? Un animal qui se multiplie sans accouplement, par boutures ; un animal qui reprend la tête qu'on lui a coupée : voilà des faits qu'on n'aurait pas osé soupçonner au commencement du siècle passé. Ces phénomènes erraient pourtant autour des sens, mais il n'y avait point encore eu de naturalistes assez philosophes, pour supposer que la nature osât contrarier ses idées, ni d'observateurs assez clairvoyans pour appercevoir des objets qui ne se plaçaient pas immédiatement sous leurs sens.

Les *objets qui paraissent le plus à notre portée* fuyent souvent l'observateur le plus exercé ; soit parce qu'il n'est pas toujours le maître des circonstances propres à les faire connaître ; soit parce qu'il ne saurait les saisir quand elles viennent s'offrir à lui. Reaumur croyait que chaque mère puceron formait la vessie qui la renfermait ; il voulait pourtant l'observer, suivre son accroissement, mais il ne put trouver ce moment desiré aussitôt qu'il aurait voulu.

Les *sujets qui paraissent épuisés*, offrent des nouveautés aux observateurs attentifs. Swammerdam, Maraldi, Reaumur, si célèbres par leurs découvertes, se sont trompés dans leur histoire des abeilles. Schirach en détruit quelques anecdotes, et Huber a vu bien au-delà de tout ce que ses prédécesseurs avaient cru observer; il s'est assuré de la réalité de l'accouplement de la reine abeille; il en a raconté les circonstances, et il a été le témoin d'une foule de faits qui avaient échappé à ces grands hommes. Klein a observé les petits coquillages sortant de leurs œufs avec une coquille semblable à celle qu'ils auront toujours, quoique Reaumur eut assuré que cette coquille était formée par un suc qui transudait hors du corps de l'animal.

Il paraît déjà que *tous les objets ont presque également besoin d'être etudiés*; parce qu'ils sont tous plus ou moins inconnus: on n'apperçoit guères que la surface de ceux qui ont exercé la sagacité des observateurs, les autres sont restés dans les ténèbres les plus profondes. Sous ce point de vue, il

semblerait qu'il n'y a point de choix à faire dans les sujets de ses observations, parce que tout doit être plus ou moins approfondi, et que tout est presque également important à bien connaître.

Il faut *embrasser, dans une recherche, tout ce qui peut y être analogue*; les objets voisins s'éclairent mutuellement, on ne saurait avoir une idée juste d'un organe, si l'on n'a pas observé ses relations avec les organes qui le touchent, et avec la constitution entière de l'être organisé. L'histoire de la génération des grenouilles explique plusieurs faits de la génération des autres animaux. Quand Duhamel eut découvert la plante parasite qui donne la mort aux oignons du safran, il pensa qu'elle pourrait détruire de même dans les champs l'hièble, les muscaris, la coronille, parce qu'elle ne faisait aucun mal aux bleds.

Il faut pourtant avouer qu'il est impossible d'observer tout, parce qu'il est impossible d'étudier mille choses à la fois, et de connaître un objet quand il n'a pas captivé uniquement l'attention: on doit donc s'atta-

cher d'abord à l'observation *des objets qui paraissent les plus importans*, parce qu'elle peut en dévoiler plusieurs autres. Newton recherche les lois générales du monde, et il en développe le système; il s'occupe de la lumière, et il parvient à l'analyser, il examine la chronologie, et il lui donne des fondemens solides. Cependant, comme chacun ne saurait être à niveau de ces grandes conceptions; chacun doit chercher les objets les plus importants qui peuvent être à sa portée. Il faut néanmoins le dire, le génie donne souvent aux objets, une importance qu'on ne leur aurait pas soupçonnée. Spallanzani a parcouru les phénomènes les plus remarquables de l'économie animale et végétale; il a étudié les volcans, observé les animalcules, quelques minéraux, les hirondelles, une espèce de chouette, les anguilles, quelques phénomènes météorologiques et chimiques, mais toujours il a remarqué des phénomènes inattendus, de belles analogies entre toutes les parties de la nature; toujours il a prouvé que la nature est inépuisable par ses prodiges, qu'il ne manque que des yeux pour les voir, et du génie pour les

faire entrer dans le système de nos connaissances.

On ne pense guères à s'occuper *d'un sujet inconnu*, il ne saurait inspirer de l'intérêt par lui-même; mais c'est un grand intérêt pour la science, qu'un être nouveau à lui présenter.

Il me semble qu'on doit céder jusqu'à un certain point *à l'impulsion de son siècle*, parce qu'on profite des connaissances des autres pour en acquérir de nouvelles, et de leur succès pour en espérer. Black a donné le branle aux découvertes nombreuses de la chimie, en fixant les regards sur les gaz; Priestley, Cavendish, animés par son exemple, ont parcouru cette carrière avec gloire. Lavoisier, Chaptal, Bertholet, Morveau, Fourcroy ont dévoilé une nouvelle chimie qui ouvre une perspective qu'on n'aurait pas osé soupçonner.

L'observateur est toujours placé au milieu de divers faits inconnus ou mal éclaircis. Comment choisira-t-il l'objet de ses recher-

ches ? il faudrait pouvoir tout observer ; mais suivant la remarque philosophique du modèle des observateurs, l'art est bien vaste, et la vie bien courte. Celui donc qui se sentira assez de génie pour être l'interprète de la nature, se livrera à ses inspirations, il étudiera les faits relatifs à ses occupations ; mais sur-tout ceux dont la connaissance peut intéresser le bien de la société ; il recherchera les faits isolés, ignorés, mal vus ; il n'écartera pas même les faits bisarres ou communs ; il s'attachera à tout ce qui est curieux, rare, monstrueux ; enfin, il étudiera dans ce qui fixe ses regards, ce qui le menera le plus sûrement à son but, et ce qui dissipera le plus complétement les ténèbres qui l'en auraient repoussé.

Quand on a vu un fait, on est souvent averti de ceux qu'il faut chercher, et de l'importance des découvertes qu'il annonce. Spallanzanni étudiait les animalcules des infusions dans des vaisseaux hermétiquement fermés ; il y vit germer des plantes ; il se rappella qu'on avait décidé que les graines ne germaient point, et que les animaux

périssaient dans un air renfermé avec eux. Il examina ce sujet, et il trouva que cette décision est trop générale, il en chercha les limites ; il vit alors les animalcules des infusions, suivre leur histoire dans les vases clos, les œufs des insectes y éclore, les vers-à-soie y filer leurs coques, et des papillons en sortir, les vers de mouche s'y changer en nymphes ; mais en faisant ces expériences dans des vaisseaux de différente capacité, il observa que la vie des animaux et des plantes était proportionnelle dans ces vases, à leur grandeur, et lorsque ces vases étaient très petits, la végétation et la vie animale y cessaient bientôt entièrement ; il détermina même pour divers animaux et pour diverses plantes, la quantité d'air qui leur était absolument nécessaire ; il apprit de cette manière que la chaleur influait sur les effets de la clôture, et qu'elle en augmentait les funestes effets.

C'est encore ainsi qu'on découvre quelquefois ce qu'on cherche ; quand Reaumur eut observé les œufs des vers mangeurs de pucerons, il vit que la demeure de ces vers avant leur naissance, était ce qu'on croyait

des moisissures ou de jolies fleurs. Reaumur avait été trompé comme les autres, mais il parvint à voir le ver dans l'œuf, sortant de sa coquille, et il s'assura que cette plante prétendue était une couvée de vers.

L'utilité doit être le but principal de l'observateur dans ses recherches. Tout ce qui peut intéresser les arts, faciliter leur pratique, rendre leurs procédés moins coûteux, leurs produits meilleurs ; tout ce qui peut garantir les artistes des inconvéniens et des maux auxquels ils pourraient être exposés ; tout ce qui peut en un mot augmenter le bonheur public et particulier, favoriser les progrès des sciences devient l'objet principal de l'observateur philosophe. La science qui n'est pas utile est à pure perte, on aime voir des savans illustres consacrer leurs loisirs pour préserver les blés des charansons. Duhamel enrichit le laboureur en instruisant le physicien. Vinslow pourvoit à la santé des femmes en démontrant les maux occasionnés par les corps à baleine. Camper enseigne la manière de fabriquer les souliers les plus commodes. Parmentier montre la

façon de faire le pain meilleur et à meilleur marché. Réaumur s'occupe sans-cesse de la perfection des arts dans ses laborieuses études ; il cherche dans les excrémens des teignes de nouvelles couleurs, dans leur goût et leur odorat des moyens pour les détruire. Les abeilles lui doivent leur conservation ; et leurs maîtres des ruches plus abondantes ; il fournit à la cuisine des œufs toujours frais et des poulets pendant tous les mois de l'année. Desaussure dans ses leçons de physique les ramenait à l'usage ordinaire de la vie domestique et à l'instruction de ceux qui pratiquent les arts. Le grand homme mesure tout par l'étendue de son génie, et il l'ennoblit par la grandeur de ses vues ; il plaît à son cœur en secourant l'indigent, en soulageant l'infortuné, en augmentant la somme du bonheur de tous. A ces traits on reconnaît le Comte de Rumford qui a dévoué son génie et ses talens à diminuer les maux de l'espèce humaine et à augmenter les jouissances des pauvres, en augmentant leurs ressources, en diminuant leurs dépenses, en corrigeant leurs vices, et en soutenant leur amour-propre. Ramazzini a fait un ouvrage important qui aurait pu

être perfectionné, et que tous les médecins devraient avoir présent à leur esprit. C'est un traité latin sur les maladies des artisans; qu'il faudrait renouveller souvent pour profiter des découvertes qu'on fait tous les jours ou pour secourir ceux qui employent de nouveaux procédés, ou qui exercent des arts nouveaux, ou qui pratiquent les anciens d'une manière différente.

Le progrès des sciences, la perfection de l'esprit humain doivent intéresser l'observateur philosophe. La vraie science est l'expression rigoureuse de ce qu'on peut appercevoir par les sens; mais comme l'Univers offre une série de causes et d'effets, toutes les idées qui formeront la vraie science, doivent offrir cette chaîne. C'est ainsi que l'optique de Newton a perfectionné l'astronomie, la géographie, la marine en perfectionnant les lunettes.

L'observateur doit s'attacher à la *recherche des phénomènes généraux* qui en éclairent un grand nombre. Quand Franklin eut saisi l'explication des phénomènes de la bouteille de

Leyde, il fit plus pour les progrès de l'électricité que tous les électriciens n'avaient fait avant lui, en découvrant une foule de faits isolés, dont on ne peut pas encore trouver le lien.

L'observation des *faits isolés* ne doit pourtant pas être négligée; que de connaissances importantes on acquerra, si l'on pénètre les rapports de l'électricité et de la lumière avec les autres êtres de l'Univers! Quel pas Trembley a fait faire à l'histoire naturelle par la découverte des Polypes! Que d'espérances donne l'électricité galvanique, si l'on découvre ses rapports avec notre électricité, ses différences dans sa manière d'agir, et si on l'applique à la végétation et à la chimie, comme on a commencé de le faire!

Les faits ignorés récèlent sans doute une mine d'idées pour expliquer les autres faits dont on ne peut se rendre raison. La connaissance des valvules dans les veines prépara la découverte de la circulation du sang, quoiqu'on leur supposât d'abord un usage absurde. Les expériences que Newton fit avec son prisme, lui suggérèrent celles sur

les bulles de savon, sur les différentes couches d'air entre deux surfaces de verre, et sur les poudres colorées.

Il importe toujours d'examiner les phénomènes peu approfondis, pour en acquérir des idées justes, et redresser les idées fausses qu'on en aurait donné. Un objet n'a pas été suffisamment étudié lorsqu'il y a des contradictions entre les observateurs; lorsque leurs descriptions ne sont pas semblables; lorsque les explications ne sont pas en harmonie avec les effets qu'on a remarqués, ou avec des effets analogues bien connus. Ainsi les observations de Lewenhoek, de Swammerdam, de Réaumur sur la trompe du cousin ont paru insuffisantes à Casanova, parce que leurs observations ne s'accordaient entr'elles ni par le nombre, ni pour la figure, ni pour la disposition des pièces de cette trompe; il eut le courage de reprendre ce travail, et il découvrit divers faits importans qui étaient échappés à ces grands observateurs.

Il ne faut pas même oublier ces phénomènes qu'on croit *bizarres* parce quils semblent contre-

dire les observations qu'on a déjà faites, puisqu'il est vraisemblable qu'en les suivant on doit parvenir à les concilier avec ce qui est connu. Telles sont les institutions politiques de Lycurgue et de Mancocapac sur la communauté des biens; quoique le raisonnement prouve que ces institutions sont impossibles, à cause de l'inégalité des talens et de la différence des passions; et qu'elles sont manifestement contraires à la prospérité et à la durée d'un état, parce qu'elles suppriment le travail et l'émulation; cependant il peut y avoir des circonstances qui favorisent une pareille constitution, puisque Lacédémone et le Pérou ont fleuri par ce moyen; on ne trouvait au moins dans ces deux états ni fainéans, ni pauvres, ni mendians, ni voleurs, et ils se rendirent redoutables par les armes à leurs voisins. Sparte subsista avec gloire pendant 700 ans, et l'empire du Pérou était bien supérieur par sa force et sa grandeur aux autres états de l'Amérique, si l'on en excepte le Mexique.

Les faits *communs*, ceux qui frappent continuellement les regards méritent encore l'attention.

l'attention. Tout ce qui est mal connu a besoin d'être étudié; voilà une condition qui doit déterminer l'observateur. Le puceron a fait découvrir des vérités importantes.

Les objets qui environnent l'observateur ne sont pas toujours les plus approfondis; l'habitude de les voir empêche de les remarquer; on suppose aisément qu'ils doivent avoir été étudiés, parce qu'ils sont toujours sous les sens, et ils restent stérilement sous les sens, parce que personne ne pense à les étudier. C'est ainsi qu'on a cherché à pénétrer l'intérieur des animaux et des plantes, et qu'on néglige leur extérieur; cependant il est facile de comprendre que l'intérieur et l'extérieur des êtres organisés ont des rapports déterminés et demandent le même examen parce qu'ils sont également inconnus. Ce serait un beau problême à résoudre que celui de la différente couleur des poils et des plumes dans les animaux, et du changement de leurs nuances dans les différentes saisons de l'année. Les observateurs ressemblent trop aux autres hommes qui se suivent à la piste; ils négligent souvent l'étude d'un objet, parce qu'il a été négligé par

d'autres, et ils le croient dévoilé, parce qu'on n'a fait aucun effort pour le tirer de l'obscurité. Desaussure a bien fait voir les difficultés qu'il fallait vaincre pour découvrir les mystères de l'épiderme des plantes, et la lumière qu'il a répandue sur cet organe, montre les ténèbres qui restent à dissiper.

Il arrive souvent que les *objets les plus faciles à observer* ont été mal vus; et qu'on les abandonne, parce qu'on croit leur étude inutile. On avait pensé long-temps que l'ouverture du bec des oiseaux se faisait par l'ouverture du demi-bec inférieur, et que le demi-bec supérieur était fixé au crane de l'animal. Les perroquets ont d'abord fait une exception à cette règle, parce qu'on observa un mouvement dans le demi-bec supérieur; on étendit ensuite cette exception au Phénicoptère et au Tockaie; enfin Hérissant a fait voir que cette propriété était commune à un grand nombre d'oiseaux. N'est-il pas surprenant que les organes qui servent à ce mouvement, et qui ne sont ni trop petits, ni peu nombreux, aient échappé si long-temps aux anatomistes?

Les faits qui se présentent le plus souvent aux sens, ne sont pas toujours les plus faciles à pénétrer; ce qui les rend familiers au vulgaire ne les familiarise pas avec l'observateur, qui ne connait bien un objet qu'après l'avoir soigneusement étudié. Il me semble que, lorsqu'on est le maître de choisir le sujet de ses recherches, on doit préférer ceux dont on est environné. On est fatigué de rencontrer par-tout les preuves de son ignorance; il est pourtant plus intéressant d'approfondir les membres de sa société, que d'observer ceux que leur manière d'exister, ou la distance de leur patrie ôtent naturellement d'avec nous. Il y a plusieurs phénomènes remarqués depuis long-temps par le peuple, qui dévoileraient la nature, si l'on savait les observer; à Duino, l'on tirait de temps immémorial des étincelles d'une pique plantée sur un de ses bastions à l'approche du tonnerre : si ce fait avait été étudié, l'on aurait peut-être anticipé les découvertes de Franklin sur l'identité de l'éclair avec la matière électrique.

Les *petits faits* ne doivent pas être négligés par l'observateur, parce qu'ils peuvent four-

nir de grandes idées. Bacon a remarqué avec sagesse, que la connaissance des petites choses mène plutôt à celle des grandes, que la connaissance des grandes choses ne mène à celle des petites. La clef est la partie la plus petite de l'édifice. Cette idée est vraie, on connaît plus aisément les petits faits qui sont à notre portée, que ceux qui exigent beaucoup de peine pour pouvoir les considérer avec tous leurs détails, et il semble plus aisé de répandre la lumière qu'ils fournissent sur ce qui est plus élevé, que de la faire jaillir sur de grands faits pour éclairer les petits qu'on n'apperçoit plus de si haut. L'observation des animalcules perfectionne la physique et l'histoire naturelle ; elle éclaire la médecine, l'agriculture et les arts ; elle fournit des idées heureuses à la métaphysique ; elle proscrit mille erreurs ; elle dévoile mille faits connus ; elle atteste l'uniformité du plan de l'Univers ; elle annonce la préexistence des germes à la fécondation, et la régularité de la nature dans la production des êtres organisés ; comme je l'ai fait voir dans une dissertation sur l'influence des observations microscopiques pour la perfection de l'esprit humain.

J'excepte de cette remarque les principes généraux, renfermant la solution d'une foule de faits particuliers, qui seraient toujours restés sans eux dans l'obscurité ; à cet égard encore, ce sont les faits particuliers qui ont frayé la route vers les phénomènes généraux ; c'est l'observation des changemens de l'ombre du soleil qui a instruit sur ses mouvemens, et qui a fait connaître ceux de la terre et des autres planètes ; mais aussi, quand la réunion de diverses observations eut fait trouver à Copernic le vrai système du monde ; alors on découvrit l'explication d'une foule de phénomènes inexplicables sans cette théorie.

Il faut pourtant reconnaître que ces dénominations de grand et de petit sont peu philosophiques. Tout ce qui est important pour la conservation de l'Univers est capital ; aussi toutes les espèces d'êtres qu'on y trouve, étant essentielles à son existence, sont des pièces nécessaires à cette grande machine, et doivent fixer l'attention de ceux qui s'occupent à le connaître.

Il peut à la vérité y avoir des faits qu'on

croit plus petits que d'autres, parce qu'ils paraissent jouer un rôle moins marqué dans les événemens du monde, ou parce qu'ils semblent moins propres à remplir nos vues; mais ils ne sont pourtant pas moins dignes d'attention, lorsqu'on les considère d'une manière plus réfléchie. Les petits vers trouvés dans l'estomac des salamandres, sont si mols, que le plus léger frottement les déchire; cet animal était sous les yeux de tous les observateurs. Spallanzani, dont la vue perçante saisit tous les rapports, y trouve la preuve que la digestion ne se fait point dans les salamandres par la trituration qui aurait détruit ces vers; mais par une dissolution qui ne saurait leur nuire; quoiqu'elle dissolve les alimens qui sont avec eux dans l'estomac; comme on voit le polype qui ne dissout pas ses bras qu'il avale; ou comme on remarque des métaux dissous par des fluides qui ne font aucune impression sur d'autres.

La difficulté d'une étude peut lui donner de l'importance, et l'on peut porter cette mesure idéale sur tous les êtres qu'on est appelé à étudier. La connaissance intime des

petits objets, toutes choses d'ailleurs égales, est plus difficile que celle des grands. Il est plus aisé de tracer l'orbite d'une comète, que de décrire les ramifications des vaisseaux d'une feuille ou d'un pistil, et je comprends mieux la possibilité de l'Atlas céleste de Flamstead, que les planches anatomiques de la chenille du saule par Lyonnet. Les Astres, malgré la variété de leurs mouvemens, la multitude de leurs dérangemens, sont encore pour nous les corps qu'il est le plus aisé d'observer avec exactitude.

Les faits qui sont encore simplement *curieux* méritent l'attention, lorsqu'ils s'offrent aux sens. Tous les faits sont liés par mille rapports, aussi l'on ne saurait en négliger aucun, sans perdre un moyen de lier entr'eux ceux qu'on connaît, et peut-être d'en découvrir de nouveaux. L'électricité qui est encore un phénomène presque isolé, promet de grandes découvertes. Guettard, en traitant les glandes des plantes, essaie de faire connaître les fils que les anciens retiraient du chardon, et le moxa des Japonois.

Les phénomènes *rares* doivent sur-tout être étudiés avec soin; il faut les pénétrer pour connaître leur liaison avec les autres; mais il faut sur-tout être toujours prêts à les observer, quand ils se présentent. La météorologie demande qu'on s'occupe des halos et des globes de feu observés quelquefois. L'astronomie est intéressée à l'observation de la lumière zodiacale et du satellite de Vénus vrai ou supposé.

La nature se décèle souvent par des écarts qui rendent l'étude des faits *singuliers* nécessaire; ils peuvent éclaircir des faits qui sont comme eux une suite naturelle du cours ordinaire des choses. L'étude des hermaphrodites et des monstres ne saurait être l'étude unique de l'observateur; mais il convient de l'approfondir pour proscrire des préjugés injurieux à la philosophie; pour s'assurer que les hermaphrodites n'ont qu'un sexe, et que les monstres sont des exceptions rares, qui ont fourni des remarques utiles au développement des idées sur la génération.

On doit être très-réservé dans les dénomi-

nations des *monstruosités* que l'on peut donner : diverses variétés surprenantes, ou divers désordres soupçonnés ne sont souvent ni des variétés décidées, ni des désordres réels. Les productions de la nature sont une suite de l'ordre établi ; l'ignorance des rapports qui ont contribué à la formation de ces productions, ne prouve pas que ces rapports n'existent point, au contraire les rapports de cet ordre avec les effets ordinaires annoncent la réalité de ces rapports pour faire naître les effets qui étonnent notre ignorance. Reaumur apprend que la Demoiselle du Fourmilion a deux corcelets. Lyonnet a observé la même configuration dans une mouche d'un genre singulier. Divers crystaux qui paraissent renfermer des corps étrangers, n'ont cependant rien d'extraordinaire. C'est souvent un crystal étonné par un choc, où l'on croit appercevoir de l'amiante ou de l'argent ; mais aussi j'ai vu des crystaux, où l'amiante débordait le crystal ; quoi qu'il en soit, il est toujours certain que ce que l'on ne juge pas conforme à l'ordre général ne lui est pas contraire.

On est souvent détourné de diverses observations, parce qu'il faut les suivre très-long temps. Telles sont les observations astronomiques, météorologiques; mais si l'on ne se résout pas à cette persévérance, il y a divers phénomènes dont il serait impossible de saisir les rapports. Ce n'est que par des comparaisons entre des observations fort éloignées, qu'on peut mesurer des mouvemens très-lents, comme celui de la précession des équinoxes. C'est seulement après des observations mille fois répétées, qu'on s'assure de la constance de la nature et de son uniformité. C'est encore par ce moyen qu'on découvre les longues périodes, et l'on ne se persuade pas assez que tout est probablement périodique.

Toutes les sciences ont leurs *coins obscurs*; ce sont eux qui devraient sur-tout exercer la sagacité des observateurs. Il faudrait avoir une histoire bien faite de chaque science, avec un tarif exact de ce qu'on sait, de ce qu'on sait mal, et de ce qu'on ignore, on y trouverait la notice de ce qu'il faut étudier, et l'on y apprendrait peut-être la méthode qu'il faut suivre pour l'étudier utilement.

Cette histoire supposerait une connaissance universelle et approfondie des objets dont elle s'occuperait, une finesse de jugement bien rare pour distinguer le vrai du faux, ou du vraisemblable, avec un sens particulier pour imaginer ce qu'on doit chercher. Tel est cependant un des moyens les plus propres pour rendre plus certaines les découvertes qu'on a faites, et les étendre en ouvrant de nouvelles routes, et en trouvant de nouveaux faits. Un ouvrage de ce genre devrait être celui des hommes les plus profonds et les plus clairvoyants. Il dirigerait les observateurs vers la recherche des objets importans, jusqu'à ce que leur génie mûri par l'expérience et par l'étude, leur signalât ce qui doit les occuper C'est l'ouvrage des Académies qui réunissent les premiers savans dans tous les genres; elles pourraient donner à un ouvrage de cette espèce une perfection et une unité qui en augmenteraient le prix.

Les grands observateurs devraient, comme Spallanzani, indiquer les moyens d'exécuter les expériences qu'ils n'ont pu faire. On lit dans les voyages de ce grand naturaliste la

manière qu'il aurait voulu employer pour mesurer la chaleur de la lave coulante.

Quand on connaît les objets qu'on doit étudier, il importe de savoir comment on doit se conduire pour réussir dans cette étude. C'est ce qui formera le sujet de la seconde partie de cet ouvage, où l'on verra l'observateur aux prises avec la nature.

ESSAI

SUR

L'ART D'OBSERVER

ET DE

FAIRE DES EXPÉRIENCES.

SECONDE PARTIE.

De l'observateur pendant qu'il observe.

CHAPITRE I.

L'observateur doit être méthodique.

POUR observer utilement, il ne suffit pas d'avoir les qualités que je viens de décrire et de présenter à ses sens les objets qui peuvent agir sur eux; il faut encore que ces qualités soient bien dirigées dans leur emploi. On est appellé à saisir diverses circonstances

qui s'échappent souvent avec rapidité, à trouver le vrai point de vue de chaque phénomène ; à distinguer entre mille circonstances, celles qui sont essentielles ; à imaginer des moyens pour éclairer ce qui est obscur, et placer sous les sens ce qui les fuit. Il faut une patience soutenue pour suivre le fil des découvertes qu'on médite, et surmonter les obstacles qu'on rencontre ; une adresse ingénieuse pour diriger vers son but ce qui peut le faire atteindre ; un jugement solide pour discerner ce qui favorise les recherches qu'on médite ; une pénétration subtile pour percer les voiles épais qui cachent souvent la nature, et une attention réfléchie qui porte son flambeau pendant tous les momens de l'observation, sur toutes les parties de l'objet observé, afin de dévoiler tout ce qui frappe les sens, et de déployer tous ses rapports avec tous les êtres qui en ont avec lui.

La route qui conduit à la vérité n'est pas toujours la même; sa longueur et ses embarras varient suivant les points du départ, et les soins que l'on prend pour éviter les che-

mins détournés. Il y a des génies heureux comme Spallanzani, qui semblent avoir un sens particulier pour découvrir la vérité, et arriver à elle en suivant la ligne droite ; tandis que le plus grand nombre décrit autour d'elle une longue spirale, sans être assuré d'arriver au but. L'observateur doit donc travailler à abréger son chemin, en le rendant facile et sûr. Une méthode rigoureuse peut seulement le conduire directement à la lumière qu'il cherche. Les plus beaux génies ont toujours été les plus méthodiques, comme ils craignent l'erreur plus que les autres, ils sentent mieux ses dangers, et choisissent avec plus de soin les moyens de s'en garantir ; comme ils connaissent toutes leurs faiblesses, parce qu'ils sont plus clairvoyants, ils s'environnent davantage de tout ce qui peut soutenir leurs efforts, et diminuer le temps de leur emploi.

L'observateur divise les objets composés qui fixent son attention, en parties distinctes qui deviendront séparément les objets de son attention ; mais il prendra garde de donner à ces divisions une existence trop

réelle, ou de croire qu'elles sont dans l'être auquel elles appartiennent, tout ce qu'elles paraissent quand elles en sont éloignées, parce qu'en cessant de les voir avec leurs rapports, on cesse de les voir avec le rôle qu'elles doivent jouer, et on les apperçoit avec de nouvelles propriétés. Lorsque Trembley étudia les Polypes, il les considéra sous différens points de vue ; après avoir remarqué le phénomène général qu'ils présentaient. Il chercha d'abord si ces êtres singuliers étaient des animaux ou des plantes; ensuite il examina les propriétés de cet animal dans chacune de ses parties, et il forma dans ses mémoires immortels, un ouvrage qui sera toujours un modèle de logique pour les observateurs.

Il n'y a pourtant, dans les êtres qui nous environnent, qu'un certain nombre de rapports perceptibles ; par conséquent, les bornes de nos facultés doivent en servir à nos divisions ; il paraît donc qu'il y a une marche naturelle à suivre dans l'observation de tous les sujets ; c'est de chercher les connaissances générales que les sens peuvent fournir, et de

les

les observer séparément; ou bien de trouver dans les objets eux-mêmes, les fondemens de cette division. Reaumur, après avoir décrit un insecte, considère particulièrement ses diverses parties, il en étudie; par exemple, la tête qu'il anatomise avec soin; il en examine les yeux, il les compte, il fixe leur place, il détermine leur usage; il parcourt de cette manière toutes les parties de l'insecte, et il ne le quitte qu'après l'avoir détaillé avec le plus grand soin; mais peu content d'avoir épuisé ce qu'il peut y avoir de remarquable dans l'écorce de son objet; il fouille son intérieur, et il analyse avec la même exactitude, tous les organes qu'il peut y découvrir.

Reaumur ne s'arrête point à ces connaissances; comme il voit dans un insecte, une machine en mouvement, il veut découvrir ses effets avec leur cause, pour en déduire les effets qu'elle fait naître. Cet observateur suit ainsi tous les momens de la vie de cet animal, il distingue tous ses changemens avec ses nuances; il remarque tous ses rapports; il saisit l'influence de tous les objets

sur lui. On voit avec ce grand naturaliste, le papillon dans la chenille, dans la chrysalide, comme Spallanzani montre la graine dans le bouton.

On doit sentir déjà qu'il n'est point indifférent d'étudier d'abord, et de la même manière, tous les objets ou toutes les parties d'un seul; il y en a qu'il convient d'approfondir préliminairement et avec le plus de soin; Tels sont ceux qui peuvent éclairer les autres par la lumière qu'ils y répandront, ou bien ceux qu'une obscurité jusques alors impénétrable, empêche de connaître. Newton vit bientôt que le secret de la théorie de la lumière, dépendait de la différente réfrangibilité de ses rayons, et il y trouva l'explication des principaux phénomènes de l'optique; après avoir établi la solidité de ce principe, d'une façon qui ne pouvait pas laisser le moindre doute sur cette vérité capitale.

En suivant cette route, on pénètre l'objet de ses recherches, ou du moins on acquiert toutes les idées justes qu'il peut don-

ner. Si Welschius avait observé de cette manière les Egragopiles, il n'aurait pas composé un gros livre sur ses propriétés physiques, médicinales; il aurait considéré cette matière en elle-même avec ses rapports; il aurait suivi sa formation, ses progrès, et il aurait toujours trouvé les poils et les débris des végétaux qui la forment.

L'observation suppose le raisonnement, sans lui, on appercevrait sans remarquer, et l'on verrait sans voir; il faut donc méditer un sujet avant de commencer ses observations, afin de tracer la route qu'on doit suivre: on se fera donc une série de questions qui préparent l'esprit aux impressions des sens, qui aident l'attention, aiguisent la pénétration, irritent la curiosité, et facilitent les succès. Reaumur considérait l'industrie des chenilles qui se pendent verticalement par le derrière, la tête en bas pour se métamorphoser; il analyse ce fait, et se propose toutes les questions qu'il doit résoudre Comment la chenille se dépouille-t-elle de sa peau dans cette situation? Comment voit on la chrysalide pendue précisément à la même place

où la chenille était placée ? Quand la chenille s'est attachée, tout ce qui appartient à la chrysalide était couvert par la peau de la chenille ; c'est donc une partie propre de la chenille qui a été accrochée, comment donc la queue de la chrysalide se trouve-t-elle arrêtée dans le même endroit ou une partie de la chenille était précédemment fixée ? Enfin, comme la peau de la chenille n'est plus à la place où la chenille était attachée, lorsqu'elle renfermait la chrysalide ; qu'est-elle devenue ? C'est ainsi qu'un esprit philosophique se prépare à l'étude d'un sujet difficile, et que l'analyse qu'il en fait, lui fournit les moyens de l'achever. On apprend bien à voir les objets, en analysant les difficultés qui empêchent de les comprendre, et en travaillant à les résoudre par les moyens qu'une bonne logique peut offrir.

On remarque ainsi d'avance les particularités importantes qui auraient pu échapper, et l'on peut découvrir ce qui aurait ôté les les moyens de les voir en détail. C'est de cette manière que Reaumur a fait tant de progrès dans l'étude des insectes : il discer-

nait tous les cas qui méritaient d'être observés, et il trouvait dans ses observations, les ressources nécessaires pour en venir à bout; il n'attaquait aussi la nature que pour la vaincre, et il ne sondait ses profondeurs que pour y faire percer le jour. Chaque membre d'un insecte, quand il a quelque chose de particulier; chacune de leurs opérations qui n'a pas été étudiée, chaque phénomène remarquable, devinrent pour lui un sujet distinct de recherches; il fait leur anatomie; il décrit le jeu de leurs organes; il dévoile leurs travaux; il peint leurs mœurs; il détaille les événemens de leur vie; il les suit dans leur sommeil; il les retrouve à leurs métamorphoses, et il ne les quitte qu'après leur mort.

On peut déterminer ainsi la partie intéressante d'un phénomène, et remarquer ce qui mérite véritablement l'attention, au lieu qu'en observant sans dessein, on erre indifféremment sur toutes les parties d'un phénomène, et comme on observe sans réfléxion, on ne voit pas ce qu'on voudrait découvrir. Un homme qui méditerait sur le son, sans

avoir étudié ses principaux phénomènes, parcourrait ses effets variés, sans comprendre mieux le phénomène général; il mesurerait son intensité, sa durée, sa propagation; il l'admirerait dans les échos; il s'enchanterait de la musique; il admirerait les merveilles de l'organe de l'ouie; il remarquerait divers effets qui chargeraient sa mémoire, sans satisfaire son jugement, et il ne comprendrait rien au son et à ses effets; mais s'il avait pensé sérieusement à chercher sa cause, à découvrir le milieu qui le transmet, il aurait observé le trémoussement qu'on ressent en approchant le visage ou les mains d'une grosse cloche frappée, il aurait senti les ondulations de l'air remué par le mouvement des petites parties de la cloche; il aurait apperçu le changement de forme que la cloche éprouve; il aurait voulu connaître l'effet d'un corps sonore frappé dans le vide; il se serait assuré qu'on n'entend alors aucun son, et il se serait convaincu que l'air est le milieu qui porte le son dans l'oreille. Ce phenomène seul lui aurait expliqué tous les autres dont il aurait vainement cherché de se rendre autrement raison.

Cette méthode conduit à des observations qu'on n'aurait pas d'abord imaginées, et aux vraies conclusions qu'on cherchait ; une idée en appelle une autre dans une tête savante, et leurs rélations font naître des soupçons, qui sont des conséquences heureuses de ce qu'on a pu voir ou penser. En raisonnant bien sur les faits, on passe par toutes les idées moyennes qui forment un bon raisonnement ; et comme les ouvrages de la nature sont ceux de la *souveraine raison*, il paraît qu'un bon raisonnement fondé sur les faits, doit conduire à l'explication des phénomènes qu'on veut expliquer. Tout paraît lié dans la nature. Tout y est successivement et simultanément cause et effet ; ensorte que lorsqu'on a bien saisi un chaînon de la chaîne, et lorsqu'on sait le suivre, on tient presque la suite des causes et des effets qui forment un phénomène, et par conséquent son explication. La dissection d'une chrysalide montre les parties du papillon, sous ses plis difformes ; mais il fallait que l'observateur espérât de les découvrir, pour penser à les chercher, et parvenir à les voir. De simples soupçons ont souvent produit

des découvertes importantes. Bonnet imagine pouvoir donner deux têtes aux vers qu'il coupait, comme Trembley partageait ses polypes, et il eut le bonheur de réussir. Spallanzani coupa la tête à un limaçon, et il en vit croître une nouvelle qui remplaça à tous égards, celle qu'il avait retranchée.

Il ne faut pas même craindre l'indiscrétion des questions et des soupçons. Elle fut utile à Bonnet qui imagina que ses pucerons pouvaient être féconds sans accouplement, et il en découvrit la vérité; mais il pensa qu'ils pouvaient aussi s'accoupler, et l'observation réalisa encore cette idée. Spallanzani pensa d'aveugler des chauves-souris, et il les vit agir comme si elles avaient leurs yeux. Cependant, si l'on peut hasarder ainsi la solution de quelques questions singulières, il faut pourtant qu'elles soient renfermées dans des bornes qui les rendent vraisemblables, car on pourrait imaginer une suite de questions impossibles qui fatigueraient sans instruction. Je pense que Spallanzani fut conduit à aveugler les chauves-souris, parce qu'il les avait vu voler dans une obscurité profonde,

et qu'il supposa qu'elles pourraient voler de même dans l'obscurité absolue, produite par leur aveuglement.

L'observateur méthodique trouve encore dans l'examen préliminaire des objets qu'il veut connaître les moyens les plus convenables pour les observer. On dissèque les animaux et les plantes, après avoir examiné leur intérieur ; on brûle les minéraux, la fermentation, la macération, agissent sur les chairs, les plantes et les fruits. Il faut des dissolvans plus actifs pour les corps qui ont un tissu plus serré, ou du moins il doit être analogue à la nature de leurs parties constituantes. En général, la connaissance d'un objet, celle des circonstances où l'on veut le placer, le but qu'on se propose, indiquent pour l'ordinaire, les moyens qu'on doit employer. Quand on a bien déterminé le sujet de ses observations, on adaptera mieux ses ressources à l'observation qu'on veut faire ; au lieu que lorsqu'on erre dans le champ de toutes les observations possibles, on ne jette que des regards stériles sur les êtres qui peuvent occuper, ou l'on

n'emploie que par hasard les moyens efficaces de découvrir la vérité ; d'ailleurs les succès qu'un moyen aurait fourni dans un cas donné pourraient être absolument nuls dans un un autre. La macération qui suffit pour développer les parties des muscles, ne produirait aucun effet pour faire connaître la structure des os. Le négociant a des aides pour s'assurer de la bonté que peut avoir la matière colorante de la cochenille, et le naturaliste a les siens pour démontrer qu'elle est un insecte.

Cette méthode de procéder, apprend à l'observateur les moyens dont il doit disposer ; mais une étude plus approfondie de son objet, lui fera connaître mieux leur emploi, en lui indiquant plus particulièrement ce qu'il doit faire : avant de commencer ses recherches, il peut savoir s'il est en droit d'espérer quelques succès, et ceux qui suivent ses analyses, peuvent distinguer ce que les observateurs ont jugé capital dans leurs observations, et ce qu'ils ont cru nécessaire de tenter pour remplir leurs vues. Ce n'est pas tout, chaque question résolue

indique les questions nouvelles à resoudre qu'elle peut présenter ; soit que l'observateur les annonce, soit qu'on les lise dans ses découvertes. Telle est la méthode de Bonnet dans son mémoire sur le tœnia, telle sera celle des observateurs qui voudront continuer les travaux entrepris sur ce ver. Qu'elle est son origine ? Comment se propage-t-il ? Y en a-t-il plusieurs espèces ? Est-ce un seul et unique animal, ou une chaine de vers ? Repousse-t-il de nouvelles parties quand il a été rompu ? Est-il toujours seul dans le même sujet ?

L'observateur peut, à la vérité, tomber sur des sujets absolument neufs, qui ne sauraient offrir d'abord que des idées très-vagues ; mais ce n'est pas le cas de faire dans ce moment, le plan de ses opérations, il faut d'abord acquérir une connaissance exacte de l'objet, lui appliquer ses sens, et s'approprier toutes les idees que ces premiers apperçus peuvent fournir ; ils offriront au génie des guides pour suivre ces observations qui semblent d'abord peu signifiantes, ou des bases d'analogie propres à le diri-

ger. C'est un spectacle vraiment philosophique que celui de Trembley dans la découverte des polypes. On le voit vaincre ses préjugés, résister aux apparences, repousser mille obstacles, et arriver à la vérité, sans avoir quitté la grande route qui y conduit. Ce grand observateur avoue que la figure des polypes, leurs couleurs, leur immobilité, lui firent croire long-temps qu'ils étaient des plantes. Le mouvement des bras du polype si propre à inspirer l'idée de l'animalité, ne l'ébranla pas ; il soupçonna d'abord que ce mouvement pouvait être produit par des petits insectes nageant dans le même vase. Cependant comme ce mouvement paraissait intérieur, puisque l'agitation de l'eau faisait contracter ces animaux, et les rendait semblables à des points verts qui reprenaient ensuite leur forme allongée, de même que les tubes des oculaires des limaçons; il panchait à croire l'animalité de ces êtres, mais leur figure et leur couleur lui en imposèrent long-temps, et il soupçonna des plantes sensitives. Enfin, ce ne fut qu'après avoir suivi leur changement de place, qu'il commença de soupçonner qu'ils appartenaient au

règne animal ; mais la reproduction des parties coupées du polype, le replongea dans ses incertitudes, qu'il fixa enfin pour toujours, en faveur de son animalité, quand il eut vu les polypes avaler des vers aussi longs qu'eux, les digérer, et les faire passer dans leur substance. C'est ainsi que la vraisemblance mène à la probabilité qui s'augmente ou diminue souvent tour-à-tour, et qui conduit enfin pour l'ordinaire, par un examen soutenu jusqu'à la certitude.

L'ordre dans les idées créera nécessairement celui qui doit être dans les observations, elles seront alors l'application de l'analyse qu'on aura faite ; ainsi la liaison dans les observations les éclairera par la lumière qu'elles se prêteront réciproquement. Réaumur étudiait presque en même temps les insectes qui savent se vêtir, afin que les manœuvres de ceux qui se laissent le mieux appercevoir, lui pussent fournir les moyens de pénétrer celles qui seraient plus obscures. Quand il observe la trompe du papillon, il la déroule, il y cherche son triple tuyau, il voit entrer par l'un d'eux la liqueur sucrée qui doit y monter, après

avoir été délayée par une liqueur que le papillon a su faire descendre sur le corps solide, pour la mêler avec lui, et en faciliter la suction.

Cet ordre dans les recherches, produit des idées qu'on n'aurait pas eu autrement: quand on est à la suite des idées moyennes; quand on cherche à les lier, on les trouve bien plus sûrement, que quand on les voit isolées. Une observation comme une idée, conduit à d'autres observations et à d'autres idées, dans un cerveau logicien. C'est ici qu'il faudrait parler de la logique sublime de Newton dans son optique, et de l'analyse profonde de Trembley, dans ses mémoires sur les polypes. Le génie de ces grands hommes éclairait leur marche au milieu des ténèbres, et chacune de leurs observations était préparée dans leurs cerveaux, avant d'être réalisée par leurs sens.

Les exemples instruisent mieux que les préceptes, ou plutôt les premiers dictent souvent les seconds, et les font valoir. Trembley sera le modele que je proposerai encore ici aux observateurs. On trouve dans ses mé-

moires, cette suite d'idées justes et lumineuses qui annoncent un esprit philosophique ; la manière de voir dans les ténèbres, ou plutôt de les dissiper ; on aime y suivre tous les effets de cette lutte opiniâtre et victorieuse de la raison et du génie contre des obstacles multipliés, et la découverte de plusieurs vérités importantes qui en résultent. Trembley mit dans un vase plein d'eau, des mille pieds et des polypes ; il vit un de ceux qui était passé dans le corps du premier, par son bout antérieur ; bientôt il ne l'apperçoit plus; mais il observa dans le polype renflé, un petit amas de matière, qu'il jugea le mille pied mort et digéré ; il suppo-a que le polype en avait fait sa proie ; dès-lors il épie cet animal pour lui voir avaler le mille pied ; il cherche comment le polype peut le saisir et le porter à sa bouche. Il découvre bientôt la manière du polype pour dévorer ses alimens, la variété de ses procédés suivant les circonstances, l'état du polype après son repas, les différens animaux dont il se nourrit, ceux qu'il préfère ; il indique la quantité qu'il en prend, les changemens qu'ils subissent dans son estomac,

et les déjections qui suivent. Il représente ces animaux peints avec les couleurs des alimens qu'ils ont pris, le mouvement péristaltique du suc nourricier dans tous leurs membres, même jusques dans leurs petits ; il suit la rapidité de leur accroissement; il fait connaître leurs ennemis, leurs maladies, et les moyens de les préserver de tous les deux. En lisant cette histoire si bien liée, on sent qu'elle est l'expression de la vérité ; aussi quoique Trembley soit le premier qui ait étudié ces animaux étonnants, il en a si parfaitement observé tous les traits qu'on n'a rien ajouté d'essentiel à ses recherches.

Cet esprit philosophique découvre à l'observateur, non seulement ce qui frappe d'abord ses sens, mais il prévoit, il devine ce qu'il ne saurait d'abord appercevoir, et il s'occupe des moyens de le trouver ; les bornes de la science ne sont point pour lui celles de ses premières perceptions ; son ame exercée le fait aller fort au-delà ; sans abandonner son étude principale, il revient sur ses pas pour analyser ses premières découvertes. Trembley, après avoir étudié le secret

avoir remarqué le petit bouton qui s'élève sur leurs corps, qui s'accroît, qui devient un polype parfait, qui se sépare de sa mère; après avoir fixé le temps le plus favorable à sa formation, prouvé sa communication mutuelle avec la mère dans son état d'enfance, estimé leur fécondité, et démontré qu'ils étaient tous mères; il examine leur organisation; il considère les monstruosités de quelques-uns; il présente l'analogie des polypes avec les plantes; il étudie leurs mœurs; il fait l'histoire du polype à pennache, et il termine son ouvrage par un mémoire destiné à tracer quelques opérations étonnantes faites sur ces êtres singuliers.

L'analogie peut conduire souvent l'observateur à des découvertes importantes, en lui dictant des opérations qu'il n'aurait pas imaginé sans elle. La nature offre dans son extrême variété, une certaine ressemblance dans ses procédés, qui peut aider celui qui observe dans l'explication des divers faits dont il s'occupe. Reaumur avait observé qu'on peut hâter ou retarder le développe-

ment du papillon dans la chrysalide ; il soupçonna qu'on pourrait produire les mêmes effets sur les nymphes des mouches, et il vérifia ses soupçons par ses observations. Le même naturaliste vit que la chaleur faisait éclore les œufs des insectes, et qu'ils se conservaient long-temps féconds, quand on les garantissait de l'influence de l'air; il savait que les graines des plantes germaient, quoiqu'on les eut conservées pendant plusieurs années; il pensa donc que l'embrion du poulet pourrait de même vivre long-temps dans l'œuf, et il réalisa cette idée, en empêchant la transpiration de l'œuf par un vernis de laque dissous dans l'esprit de vin, il fit alors couver ces œufs au bout de deux ans; et il eut le plaisir d'en voir éclore les poulets.

Cette analogie serait pourtant trompeuse, si l'on n'étoit pas scrupuleux dans son usage; elle doit être fondée, non sur de légères ressemblances, mais sur celles qui sont le mieux établies; autrement on courrait risque de se tromper, en croyant tenir la vérité. Reaumur cherchait la cause du cri du papillon à tête de mort; il l'attribue au frot-

tement de ses aîles l'une sur l'autre, ou sur leur corps, ou sur le corcelet, ou à celui des anneaux ; parce que les cris d'un grand nombre d'insectes, tels que ceux des sauterelles, des grillons, des cigales, de plusieurs scarabés, sont formés d'une de ces manières ; mais c'est en vain qu'il tenait assujetti le corps, le corcelet et les aîles du papillon qui criait toujours ; et il vit alors la fausseté de ces analogies ; mais en cherchant ailleurs la cause de ce phénomène, il trouva qu'il était produit par le frottement des tiges barbues placées près de la trompe. L'expérience apprend que la densité, la solidité, la fixité et d'autres qualités des corps solides, ne sauraient indiquer avec précision leurs dissolvants. Le fer et le cuivre les plus durs des metaux, sont dissouts par le jus de citron et le vinaigre qui ne font aucune impression sur la peau.

Il y a différentes méthodes pour observer ; elle varient suivant le génie de l'observateur et les sujets qu'il étudie ; mais on doit sentir qu'il faut les approprier au sujet observé. Spallanzani avait établi par mille ex-

périences, que la digestion se faisait par une dissolution des alimens dans le suc gastrique, sans aucune trituration préliminaire dans l'estomac, puisque la viande et le pain mis dans des tubes métalliques ouverts par les deux bouts, se digéraient facilement par l'action seule du suc gastrique sur les deux ouvertures qu'il humectait ; mais cette preuve sans réplique ne lui suffit pas, il voulait voir encore si les muscles de l'estomac souffraient quelques mouvemens pendant la digestion ; il découvrit l'estomac de plusieurs animaux qui digéraient, et il le trouva dans un parfait repos.

Il ne suffit pas qu'une méthode soit bonne dans la théorie, il faut encore qu'elle soit facile dans son emploi, commode dans son usage, et moins sujette à l'erreur que celles qu'on rejette ; on doit même préférer celles qui peuvent produire l'effet qu'on desire dans le temps le plus court. Si le cas est important, il conviendrait peut-être de se servir de plusieurs méthodes différentes, afin d'avoir dans leurs résultats, la vérification de leur justesse ; on suit souvent cette règle dans

l'astronomie. Mais quand on a choisi une méthode, il faut la suivre exactement, et multiplier ses soins pour prévenir les erreurs dont elle est susceptible. Pour mesurer une hauteur avec le baromètre, il faut en avoir deux correspondans avec deux thermomètres bien faits ; peut-être faudrait-il tenir compte de l'état de l'hygromètre, du manomètre, et de la force du vent, cela deviendrait un sujet d'expériences qui n'ont pas encore été faites.

L'observation ne met pas toujours à l'abri de l'erreur ; il faut s'assurer sur-tout que les résultats sont justes ; quand on peut leur appliquer les poids et les mesures, la vérification est facile ; mais autrement la répétion de l'observation peut les remplacer ; dans tous les cas, on doit savoir si la méthode qu'on employe, est sujette à quelques erreurs, afin de les reconnaître, et d'en tenir compte dans tous les momens où elles pourraient avoir quelque influence.

Cette méthode se manifeste sur-tout dans l'analyse des phénomènes. Pour résoudre un

problême, il faut avoir les données nècessaires, autrement sa solution serait impossible, ou il resterait dans la classe des problêmes indéterminés qui peuvent se résoudre de diverses manières, suivant la nature de l'énoncé; mais si le géomètre voit dans quelques phrases le sujet de ses recherches, le physicien a toujours un fait très complexe dont il ne peut trouver la cause que par une foule d'observations et d'expériences: c'est ici que le grand observateur se distingue, en choisissant entre diverses voies, la seule qui puisse le diriger sûrement. Spallanzani voit les alimens ramollis dans le gésier des oiseaux gallinacés; il remarque que ces alimens arrivent macérés et triturés dans l'estomac, sans être digérés; il est donc forcé d'exclure ces deux causes de la digestion, et il trouve dans les sucs qui baignent le fond de l'estomac, la vraie cause qu'il a cherchée; mais chacune de ces conclusions lui fournit de nouveaux problêmes qui en renferment plusieurs, et que ce physicien résout par la même méthode. Quand il eut, par exemple, découvert que le suc gastrique était la cause de la digestion, il chercha son

origine, son mêlange avec les alimens, son influence pour les dissoudre; il détermina le temps de leur action, les corps sur lesquels ils agissent dans divers animaux. On se fera une idée de la profonde analyse de ce célèbre observateur; si on lit celle qu'il a faite de sa marche dans les derniers paragraphes des dissertations qui composent ses *expériences sur la digestion.*

CHAPITRE II.

Des sens de l'observateur.

IL est aisé de comprendre la difficulté de connaître les objets qui sont placés hors de nous, puisqu'ils ne peuvent ébranler l'ame, que par des moyens qui ne sont ni eux ni elle. Telle est la condition de l'homme dont les sens sont les seuls instituteurs, ils lient son ame qui pense aux objets qui la font penser, et ils extraient pour elle hors des objets sensibles la matière première de ses idées. Les impressions qu'ils reçoivent produisent dans l'ame des modifications propres à l'assurer de la présence des objets qui les lui communiquent, et à lui faire connaître jusqu'à un certain point quelques-unes de leurs propriétés; mais cette instruction serait très-bornée, si la raison ne s'en saisissait pas, pour pénétrer au-delà des surfaces, pour établir les rapports des êtres entr'eux, et faire l'histoire des sensations qu'on peut éprouver.

Les sens sont rigoureusement les instrumens de l'ame, il est donc important de connaître leur nature, de saisir leurs rapports avec les différens êtres qui agissent sur eux, et avec l'ame, sur laquelle ils agissent à leur tour, pour lui communiquer les impressions qu'ils ont reçues; enfin d'être instruit sur tout ce qui peut altérer ou modifier leurs changemens d'état lorsqu'ils sont ébranlés. On parviendrait ainsi à fixer les bornes des sens, à rectifier leurs erreurs, à prévenir ou à corriger leurs illusions, et à déterminer les différences des originaux qu'ils peignent avec les peintures qu'ils donnent. J'écarte à dessein tout ce qui tient à la Psychologie et à l'Anatomie de ce sujet, pour me resserrer uniquement dans ce qui doit intéresser l'observateur.

Il me semble d'abord convenable d'être persuadé que les sens ont des bornes qu'ils ne sauraient passer; on comprendra de cette manière, qu'il y a des êtres, des organes, des effets existans dans mille cas, que les sens ne peuvent distinguer; plusieurs objets échappent par leur distance qui les met hors

de notre portée. La grandeur des objets les empêche quelquefois d'être en proportion avec nos sens ; ce qui est extrêmement grand, comme ce qui est infiniment petit devient imperceptible ; les objets parfaitement transparens ne sont point remarqués. La destruction des organes par divers corps qu'on voudrait observer termine les observations : la chaleur par la combustion, le froid par le gel détruisent le tact ; une lumière trop vive éblouit les yeux, une odeur trop pénétrante, une saveur trop forte, un son trop aigu étonnent l'odorat, le goût, l'ouie et suspendent les sensations. Les bornes même entre lesquelles est renfermée la faculté de bien appercevoir sont très-étroites ; il serait nécessaire de tracer l'échelle de toutes ses nuances ; de savoir les circonstances, où l'on commence, et où l'on cesse de bien distinguer les objets ; on apprendrait ainsi ce qu'on peut observer sûrement et nettement ; on découvrirait les moyens de perfectionner ses sens, d'augmenter leur énergie, de les aider ou de les soulager avec des instrumens, et de prévoir ce qu'on ne peut saisir. En comparant la partie de nos sens avec ceux

des animaux qui les ont plus parfaits que nous, on pourrait peut-être obtenir des connaissances utiles sur ce sujet.

Les sens sont non-seulement bornés, ils sont encore susceptibles d'erreurs, soit par les conclusions fausses qu'on tire des sensations, soit par des sensations qui sont quelquefois trompeuses.

Il paraît d'abord que les sens sont souvent dans le cas d'être avertis pour bien appercevoir, autrement ils n'apperçoivent point, ou ils apperçoivent mal. Marsigli, Reaumur et plusieurs autres ne virent dans les coraux que les plantes qu'ils cherchaient; dès que Peyssonnel et Jussieu eurent démontré l'animalité de ces productions marines, on ne vit plus dans ces plantes prétendues que des ruches d'insectes, et l'on a crû en trouver aujourd'hui dans des plantes qui n'en annoncent pas même l'apparence, comme les conferves. Spallanzani raconte dans ses voyages, qu'un naturaliste ayant trouvé dans les Monts-Euganéens, où l'on n'apperçoit aucune trace volcanique, quelques scories, s'imagina qu'el-

les étaient un produit des volcans; mais le célèbre Professeur de Pavie, en parcourant ces lieux, y remarqua les restes d'une vieille forge, où ces scories avaient été faites. Dans ces cas et dans mille autres, la sensation est fidelle, mais la conclusion qu'on en tire est vicieuse; tout comme elle le serait pour celui qui croirait l'existence de plusieurs soleils, lorsqu'il les voit dans un halo.

Les sens font quelquefois soupçonner des effets qu'ils n'apperçoivent pas; mais ces soupçons sont des conséquences des perceptions qu'on a eues, ou une conclusion de plusieurs expériences qu'on a faites; ainsi, quand on voit une sphère, on lui croit les trois dimensions, quoiqu'on en n'apperçoive réellement que deux; il en est de même pour le jugement des grandeurs, et l'éloignement des corps célestes.

Le désordre dans les sens offre souvent à l'ame des effets qui n'existent pas; ce qui pourrait faire soupçonner l'existence de certaines causes tout-à-fait différentes de celles qu'on imagine; on apperçoit dans les songes

des objets qui n'ont aucune réalité ; l'ébranlement de quelque nerf est la cause vraisemblable de cette représentation. Le tintement d'oreilles fait entendre des sons qui n'ont pas été produits. Les yeux voient des couleurs qui ne se trouvent que sur leurs rétines. Le froid de la fièvre n'a aucune cause réelle extérieure. On apperçoit même les objets autrement qu'ils ne sont. Un cercle peut paraître ovale, ou une ligne droite comme l'anneau de Saturne dans une certaine circonstance. Un corps mu avec une certaine rapidité, offre une ligne continue, quoiqu'il n'occupe que successivement une partie de cette ligne courbe ; lorsqu'on tourne un charbon de feu avec une certaine vîtesse, on voit un trait circulaire embrasé. On sait que le mouvement rotatoire des bouches du rotifère est seulement le mouvement très-prompt de quelques pointes qui les bordent et qui s'agitent de bas en haut. Je ne veux point multiplier ces exemples qui pourraient remplir un livre ; mais leur analyse serait un ouvrage important pour perfectionner l'art d'observer. Je me bornerai à remarquer ici que, comme les sensations dépendent de

l'impression des objets sur les sens, ou plutôt sur les nerfs qui composent ces organes; il est problable que les fibres nerveuses sont ébranlées dans certaines circonstances, comme si les objets agissaient réellement sur elles; que la permanence de l'impression peut être plus longue que la permanence de l'objet qui l'a produite; que la situation de l'objet agissant sur les sens, ou les circonstances des sens eux-mêmes présentent de grandes différences sur les sensations; aussi pour l'ordinaire, avec la réflexion, il est toujours possible de juger ces illusions, parce qu'il n'est pas vraisemblable que tous les hommes les éprouvent de la même manière, ou qu'il n'y ait pas des causes constantes qui nous apprennent à les redresser. On peut dire en général que, lorsque plusieurs hommes auront les mêmes sensations des mêmes objets dans des circonstances différentes, elles seront véritablement produites par elles, et elles ne seront pas l'effet d'une cause indépendante de l'objet agissant sur les sens. Outre cela un sens peut confirmer le témoignage d'un autre, et fortifier la confiance qu'on doit donner aux impressions qu'il communique. Je puis toucher

un corbeau et entendre ses cris après avoir vu sa couleur et ses formes.

Malgré cela, les illusions seraient inévitables, si l'on ne se tenait pas toujours en garde contr'elles. Les circonstances peuvent changer l'état des sens, et par conséquent les impressions qu'ils en donnent. Le degré de chaleur du corps touchant ou du corps touché, la propreté de l'un et de l'autre, ses aspérités ou son poli font accuser d'autres faits par le tact; la différence des vents change les sons qui arrivent à l'oreille; un objet plus ou moins éclairé paraît dans un éloignement qui ne semble pas le même.

Il n'importe pas si l'apparence est vraie, puisqu'elle est au bout de nos sens; mais il faut s'assurer si les changemens de l'apparence sont aussi dans l'effet; s'ils sont dans les objets, ou dans les sens, ou dans le jugement, ou dans tous les trois, ou dans leurs différentes combinaisons. Ceci demande beaucoup de perspicacité, des expériences variées, la comparaison de nos observations avec celle des autres. Il faut chercher par

exemple pourquoi l'écarlate paraît noire dans une lumière faible, pourquoi le bleu paraît vert à la lumière de la lampe. On sait pourquoi les astres paraissent plus élevés à l'horizon; mais l'astronomie est de toutes les sciences d'observations celle où l'on s'est le mieux défendu contre les illusions des sens. Il faut avouer que, si les erreurs des sens ont été si bien prévenues par les astronomes; c'est parce qu'elles étaient de la plus grande conséquence pour eux, et peut-être plus faciles à découvrir. On aime suivre leurs efforts pour déterminer le vrai lieu d'un astre, pour distinguer les mouvemens vrais des mouvemens apparens; ils ont su calculer l'influence des milieux différens sur la réfraction, remarquer les effets produits par la place de l'observateur; prévoir les formes de certaines figures dans certaines positions; c'était un problême bien difficile à résoudre, que celui des aspects différens de l'anneau de Saturne, avant que Huyghens y eût porté le flambeau de la Géométrie et de l'Optique. Les observations microscopiques présentent ainsi mille phénomènes singuliers, qu'on prend pour des réalités, quand on n'est pas exercé

exercé dans ce genre de recherches. Hewson crut voir les globules du sang comme des anneaux; mais cette apparence était l'effet de sa manière d'observer.

La raison rectifie les sensations, parce qu'elle peut les dépouiller des apparences trompeuses qui pourraient séduire le iugement. Cassini découvrait avec un bon télescope des taches sur Jupiter, mais il remarqua que ces taches n'étaient point adhérentes à cette planète; il suivit cette observation, et il jugea par le mouvement, la situation et le diamètre de la tache voisine dans la partie éclairée, que cette tache était un satellite. Combien il a fallu de temps pour s'assurer de l'inégalité des deux diamètres de la terre? A peine apperçoit-on l'inégalité des deux axes de Jupiter avec un télescope sans réticule, quoique leur différence soit environ d'un douzième : quand Picard l'observa, il y avait au moins 60 ans qu'on tournait de grandes lunettes vers le ciel, et sept ou huit qu'on employait le micromètre; Galilée occupé des satellites de cette planète, ne s'en apperçut pas : il a même fallu les calculs de Newton, et ses grandes

vues pour conduire à une recherche plus exacte sur la différence des axes de Jupiter et de la terre.

On est forcé de reconnaître que les mêmes sens des hommes différens, ne sont pas rigoureusement semblables. La constitution de leurs fibres n'étant pas absolument pareille, leurs ébranlemens produit par une cause donnée, ne sauraient se ressembler. Chaque homme doit donc avoir des sensations analogues à l'état des fibres de ses sens, et par conséquent des idées qui lui soient correspondantes : c'est peut être pour cela que les hommes diffèrent quelquefois si fort dans leurs opinions sur les faits. C'est peut-être encore par cette raison, qu'il y a des couleurs, des sons, des odeurs, des saveurs qui plaisent aux uns et déplaisent aux autres, suivant la nature de leurs rétines, de leurs oreilles, de leur odorat et de leur goût. Enfin le même homme ne reçoit pas les mêmes sensations de la part des mêmes objets, pendant toute sa vie ; l'âge, en changeant l'état du corps, change aussi ses sens ; ce qui cause des sensations désagréables à un enfant, n'est pas souvent

apperçu par les sens d'un jeune homme; la jaunisse jaunit tous les objets : cependant ces différences n'ôtent rien à la ressemblance grossière des observations faites par des hommes différens ; mais elles doivent convaincre tous les observateurs, que leur sensations et leurs idées ne sont pas toujours rigoureusement semblables entre elles.

Les différences qu'on remarque dans les mêmes sens de tous les hommes, peuvent indiquer leurs usages différens. Ceux qui ont les nerfs les plus délicats et les plus mobiles, semblent les plus propres aux observations les plus fines et les plus précises. Il faut donc qu'ils abandonnent l'étude des grands objets, ou de ceux dont les impressions sont violentes. Celui qui anatomiserait avec succès les grands animaux, ne réussirait peut-être pas de même à disséquer un insecte. Celui qui observe le soleil, ne suivrait peut-être pas aussi bien dans l'obscurité les observations phosphoriques.

En général, les sens sont les instrumens de l'ame ; il importe donc de connaître leur

nature, l'action des objets sur eux, leur réaction sur elle, ce qui peut affaiblir leurs représentations ou les altérer; on parviendrait peut-être ainsi à rectifier leurs erreurs, à prévenir ou à corriger leurs illusions, et à marquer exactement les changemens qu'ils occasionnent dans les objets qu'ils représentent.

Il est d'abord très-nécessaire que les sens de l'observateur soient bien constitués; que chacun produise complétement son effet; qu'ils n'ayent aucun défaut capable d'altérer leurs fonctions; qu'ils reçoivent les impressions des objets, au moment que ceux-ci agissent sur eux, et qu'ils les transmettent à l'ame avec une vérité parfaite et une grande promptitude.

On s'assure du bon état des sens, lorsque les idées qu'ils donnent des mêmes objets, en divers temps, sont conformes entre elles: leurs erreurs ne sauraient être long-temps semblablement constantes; on doit imaginer des variations dans la plupart des maladies qui affectent les sens, et par conséquent

dans leurs effets; si donc il est possible de les appercevoir, il doit être aisé de se garantir de l'erreur qu'elles pourraient occasionner; mais si on la redoutait encore, les sens des autres pourraient confirmer les jugemens portés par ceux de l'observateur, en lui montrant qu'il apperçoit à-peu-près les mêmes objets, comme le plus grand nombre des hommes: l'unanimité des sensations est une preuve de la destination générale des sens, pour exciter dans l'ame les effets qu'ils y produisent, au moment que les causes qui doivent les faire naître, agissent sur eux.

Il faut chercher ensuite la manière la plus convenable de présenter les objets aux sens, pour les appercevoir avec le plus de précision. S'il s'agit de la vue, on s'assurera qu'elle est la vraie distance de l'œil où il faut placer un objet; quelle est la quantité de lumière nécessaire pour l'éclairer convenablement; quelles sont les précautions indispensables pour conserver l'organe dans sa perfection; ce qui pourrait le tromper; comment on corrigerait ses erreurs. Ces précautions varient

suivant les objets qu'on observe, et la constitution de l'observateur.

Avec des précautions de cette nature, et des sens bien constitués, bien exercés, bien éprouvés, il est bien difficile de tomber dans l'erreur par leur moyen ; s'il n'y a pas des circonstances particulières pour modifier l'action des objets sur eux, comme par exemple, ce qui arriva à Petit qui trouvait la lentille crystalline opaque en hiver ; mais il remarqua bientôt que cette opacité était produite par le froid de ses mains.

On peut prévenir quelquefois les erreurs d'un sens par l'emploi des autres ; il serait difficile que différens organes concourussent à tromper. Un seul sens peut même lever tous les doutes, s'il considère le même objet de diverses manières, et en diverses circonstances. La fermentation s'annonce par un mouvement intestin qui soulève un grand nombre de bulles d'air ; le goût confirme ce que la vue apprend, et l'action de l'acide carbonique sur la respiration, pourrait en donner une nouvelle preuve. Je ne veux pas

montrer ici la validité du témoignage des sens ; le sujet que je traite en est la démonstration.

On doit sur-tout vérifier ses observations par les sens des autres ; comme ils n'ont pas les préjugés de l'observateur, leur sincérité ne peut pas être suspectée, et en augmentant le nombre des juges, on augmente aussi celui des témoins. Les plus grands observateurs ont eu cette défiance. Trembley faisait répéter ses observations sur les polypes, par Reaumur et Bonnet.

Il faut encore employer avec soin les moyens imaginés, pour prévenir les erreurs de chaque sens, ou pour les rectifier ; on découvre ainsi avec exactitude la vraie position des objets dans les mesures géodésiques, en rectifiant les effets de la réfraction qui les déplace, en tenant compte de la chaleur communiquée à la toise par la température de l'air, et la main qui la pose. C'est ainsi qu'on détermine le lieu des météores au-dessous de la lune, parce qu'on ne peut les voir à la même minute dans

plusieurs endroits très-éloignés les uns des autres.

Il faut sur-tout retenir son jugement après l'observation, et conclure qu'il n'y a dans les objets, que ce qu'on y a observé, sans exclure ce que l'observation n'a pas d'abord offert aux sens. Combien d'êtres échapperaient aux yeux les plus perçans, sans le télescope et le microscope? On ne sent pas comme le chien, les traces du lièvre et de la perdrix.

Pour bien procéder dans une observation, il faut en présenter successivement l'objet à tous les sens, parce que chacun d'eux est relatif à certaines qualités particulières qu'on ne saurait connaître que par lui; aussi plusieurs propriétés de divers objets resteraient inconnues, si l'on ne les considérait pas avec l'organe indiqué pour les connaître. Le fluide électrique se fait appercevoir au tact par des piqûres, il ébranle l'odorat par une odeur phosphorique; il frappe l'oreille par le bruit de ses étincelles, et il brille aux yeux avec l'éclat de la lumière. Si l'on ne parvient

pas à pénétrer la nature d'un corps, on apprend sûrement à le distinguer de tout autre, et à le reconnaître, quand il agit sur les sens.

On n'a pas assez approfondi les usages qu'on pouvait tirer des sens ; il conviendrait de chercher leur maximum d'activité, avec les moyens d'appliquer chacun d'eux à l'observation, de la manière la plus efficace et la plus facile. Il faudrait découvrir les momens les plus favorables pour en profiter, et prévoir les obstacles qui pourraient altérer ou suspendre leurs effets. On ne peut faire cette étude qu'avec soi-même, en s'observant avec attention ; alors on apprendra bientôt que tous les instans de la journée ne sont pas indifférens pour le travail ; que le temps nécessaire pour fatiguer les sens, varie suivant les personnes, l'âge, l'habitude, la santé, l'exercice, les distractions et le genre des objets observés.

L'usage d'un sens et les idées qu'il fournit, n'apprennent rien pour l'usage d'un autre, et sur-tout pour les idées qu'il procure.

Les sens sont à la vérité, cinq liens qui unissent l'ame à la nature avec la même force, mais ce n'est pas par le même nœud. Ils n'excitent pas les mêmes impressions, ils ne donnent pas naissance aux mêmes erreurs, et ils n'exigent pas les mêmes précautions pour s'en servir utilement.

Le *toucher* paraît plus particulièrement le sens de l'homme, parce qu'il est plus parfait chez lui que dans les autres animaux; il semblerait même être plus immédiatement le sens de l'ame; il l'avertit le premier de son union avec le corps; il est répandu sur tous nos membres, il veille plus particulièrement à notre conservation, et c'est sans doute pour cela qu'il est le moins trompeur et le plus propre à corriger les erreurs des autres.

Les idées acquises par le tact, sont pourtant faibles et trompeuses; elles se gravent difficilement et légèrement dans la mémoire; il suffisait qu'elles fussent apperçues pour remplir leur but; elles ne devaient pas distraire trop l'action des autres; mais quoi-

que le tact paraisse un sens fort obtus, il semble devoir une partie de ce défaut à la négligence de ceux qui s'en servent. Les médecins distinguent, par son moyen, les variations les plus légères du pouls. Il y a des bijoutiers qui connaissent les pierres précieuses, par l'impression du froid qu'elles laissent sur les doigts ou sur la langue. Il y a eu parmi les aveugles, de bons sculpteurs et de grands géomètres.

Le *toucher* fait connaître l'impénétrabilité des corps, leur étendue, leur figure; il donne l'idée du mouvement; il indique la dureté, la grandeur, la rudesse, l'humidité, l'éloignement des corps; il instruit sur quelques-unes de leurs qualités inaccessibles aux autres sens, comme le froid, le chaud, et toutes les relations qui en dépendent.

Pour se servir sûrement de ce sens, il faut en employer les parties où il est le plus exquis, comme l'extrémité des doigts, mais les mains doivent être propres, l'épiderme souple. Je ne dis rien des maladies de la peau, parce qu'un sens désorganisé ne peut

répondre aux questions qu'on lui fait, de la même manière que lorsqu'il est dans son état naturel. Le froid ou la chaleur des mains, comme le froid ou la chaleur du corps touché, trompe sur leur vraie température ; en général, l'organe touchant doit avoir à-peu-près le même dégré de chaleur que le corps touché, quand celui-ci a une chaleur qui ne passe pas 18 à 20 dégrés du thermomètre de Deluc, ou du moins il ne doit pas occasionner une sensation trop vive de chaleur ou de froid. Il faut encore que les corps touchés soient très-proptes, que les mains ne soient ni sèches ni humides: en un mot, il faut éprouver cette heureuse situation qui accompagne la santé, lorsqu'on est parfaitement tranquille.

La VUE est de tous les sens, celui qui fournit à l'ame le plus grand nombre d'idées ; les sciences et les arts lui doivent sur-tout leur origine et leur progrès ; ce sens fait les délices du sage dont il augmente les connaissances, et celles de l'homme sensible qu'il rend heureux, en lui faisant lire son bonheur dans les yeux de ceux dont il pro-

eure la félicité. Ce sens fait aborder les objets que leur petitesse, leur éloignement ou leur grandeur semblent placer hors de notre portée; il conduit l'ame jusques aux limites de la création, et il paraît le lancer jusques dans l'infini, avec le secours des aides qu'il peut se donner.

Les rayons de la lumière réfléchis par les corps sur lesquels ils tombent, et réfractés par les humeurs de l'œil qu'ils pénètrent, y peignent les objets sur la rétine, ils en communiquent à l'ame une idée, quoique la rétine, le véritable organe de la vue, soit seulement frappée par des rayons réfléchis et réfractés d'une manière analogue aux surfaces de l'objet, à sa position, et à l'état de l'organe lui-même; aussi l'homme est obligé d'apprendre à voir. L'aveugle de naisssance à qui Cheselden rendit l'usage des yeux, ne sut pas d'abord s'en servir; il ne distinguoit ni les figures ni les distances. Le *toucher* devint pour lui le précepteur de la vue. La main lui apprit à remarquer les figures; le transport du lieu où il était vers l'objet qu'il appercevait, lui découvrit l'éloignement des

corps. L'observateur juge encore les distances par le nombre des objets interposés entre lui et celui qui l'occupe, par la comparaison de la grandeur réelle des corps avec leur grandeur apparente, par la netteté de leurs contours, la vivacité de leurs couleurs, ou les différentes modifications de la lumière. Les astronomes qui ont senti les conséquences des erreurs de la vue, ont fait beaucoup d'effort pour les prévenir ; ils ont caractérisé les illusions nombreuses auxquelles ils étaient exposés ; ils ont trouvé mille moyens pour s'en garantir ; on connait leurs méthodes pour calculer les effets de la réfraction et de la parallaxe : cependant, quand l'observateur aura pris toutes les précautions possibles, s'il n'est pas probable qu'il se trompe, il ne saurait être parfaitement sûr d'avoir trouvé la vérité.

Pour bien voir un objet, il faut que le nombre des rayons qui le peignent sur la rétine, soit en proportion avec la force de l'œil, la nature de l'objet et sa situation ; une lumière trop vive serait éblouissante ; une lumière trop faible n'éclairerait rien ; elle

doit être distribuée de façon qu'elle fasse distinguer parfaitement les objets, en ménageant l'organe de la vue. Ceux qui savent se servir du microscope, ont appris les différences qu'il y a entre les objets éclairés par une lumière transmise, ou réfléchie, ou concentrée, aussi la qualité de l'objet qu'on observe, détermine le degré de lumière qu'on doit employer, s'il est brillant ou d'une couleur vive, il faut diminuer la quantité de la lumière pour la rendre soutenable; si ses couleurs sont obscures, il faut serrer sur lui un grand nombre de rayons pour l'observer avec netteté. On employe une quantité de lumière différente pour observer un corps opaque ou transparent, un corps grand et un corps petit, un corps plat, sphérique ou polygone; il en est de même pour les corps éloignés qui demandent qu'on leur conserve tous les rayons qui les éclairent.

L'OUIE a une finesse et une précision qui saisit les nuances les plus légères, tandis que l'œil sépare grossièrement les couleurs, et remarque à peine la quatre centième partie d'une ligne, l'oreille apperçoit le comma

qui est pour elle une quantité bien autrement petite ; elle distingue la voix de chaque personne qu'elle a entendu, de chaque animal qui crie ou qui chante ; cependant l'échelle qui renferme les sons qu'on peut exécuter, est très-bornée ; l'intensité de chacun et leurs modifications sont renfermées dans des bornes très-étroites : mais ce sens si pénétrant qui peut mouvoir toutes les passions de l'ame, perd sa précision quand on l'applique à d'autres objets ; les idées qu'il donne des distances sont trompeuses ; le son peut être réfléchi du lieu opposé où l'on croit l'entendre, son intensité peut être altérée par le vent, la chaleur, le poids de l'air, la position des lieux, la distance du corps sonore ; ce qui prouve que les jugemens de l'ouie formés avec le plus de soin sur ces objets, sont encore sujets à l'erreur.

Les idées que fournit L'ODORAT, sont peu exactes ; elles ne sauraient être générales ; il distingue seulement la force ou la faiblesse de la sensation. C'est en caractérisant l'impression individuelle des êtres odorans, qu'on exprime leurs effets sur l'ame : on parle de

de l'odeur de la rose, de celle de l'œillet, et l'on ne peut comparer ces sensations que par la peine ou le plaisir qu'elles procurent.

Ce sens si borné dans ses effets, l'est encore plus dans son emploi; le même objet ne produit pas toujours la même sensation, parce qu'elle varie suivant les circonstances. la chaleur, le vent, l'état de la respiration, la nature du corps odorant, les modifications de la membrane pituitaire changent tout-à-fait la nature des impressions qu'il peut recevoir. Il faut en général choisir le moment où la respiration est la plus aisée, et la membrane pituitaire la plus saine; où les parties odorantes s'échappent avec le plus de facilité, et où le vent les applique le mieux à l'organe qui en doit être ébranlé.

Le GOUT est le moins parfait des sens, ou plutôt, les idées qu'il fournit, sont peu vives et peu nombreuses; elles sont désignées par cinq ou six noms qui sont souvent ceux des corps qui les produisent. Ce sens est sujet à mille erreurs; l'état de la salive

le rend souvent absurde ; la plupart des corps ont besoin d'un intermède pour être goûtés.

Les objets ne communiquent point immédiatement avec les sens. L'épiderme est toujours entre le corps touché et les papilles nerveuses de la peau. Il n'y a point de son sans air, pour ébranler la membrane du tympan. L'œil ne peut voir qu'au travers des humeurs qui le forment, et avec les rayons de lumière qui se réfléchissent des objets. Il n'y aurait point de goût sans salive, pour dissoudre les corps sapides, et tamiser leurs particules au travers de l'épiderme, sur les nerfs qu'il recouvre. Si la membrane pituitaire était désséchée, et s'il n'y avait point d'air, il n'y aurait point d'odorat. Des organes si composés par leur nature, si dépendans des circonstances extérieures, doivent varier dans leurs impressions, avec les variations auxquelles ils sont sujets, et celles des circonstances extérieures qui influent sur leur jeu. Il paraît donc qu'ils sont toujours dans le cas de faire craindre des erreurs plus ou moins graves, quand on ne pense pas toujours à les prévenir.

En général, pourtant les erreurs des sens sont moins celles des sensations que celles des jugemens qu'on en porte ; ainsi, à l'occasion des impressions qu'un objet fait sur un organe, on juge celles qu'il doit produire sur un autre, parce que dans divers cas, on est porté à former ce jugement par une heureuse expérience ; ainsi l'on décide l'impression que le tact recevra d'un corps, par celle qu'il fait sur la vue ; de même, on conclut que l'on recevra par-tout, et dans toutes les circonstances une impression particulière qu'on a reçue dans un lieu et dans des circonstances données ; on limite la nature des sensations qu'un corps peut produire par celles qu'on a reçues, sans imaginer la possibilité des modifications qu'elles pourraient recevoir par des combinaisons nouvelles ; on se persuade que certaines sensations doivent être produites exclusivement par de certaines causes, en donnant l'exclusion absolue à toutes les autres. C'est ainsi que l'esprit est la dupe de ses faux jugemens, et qu'on ne craint pas d'attribuer aux sens des fautes auxquelles ils n'ont aucune part. Ces dernières remarques dont on doit

quelques-unes à Degerando, méritent l'attention de l'observateur, parce qu'elles justifient les sens d'un tort qu'ils ne sauraient avoir, et en montrant ce qui l'occasionne, on est plus aisément en état de le corriger et de le prévenir.

CHAPITRE III.

Des instrumens de l'observateur et des aides qu'il peut se procurer.

Les sens sont trop bornés pour appercevoir dans les objets, tout ce qu'il faudrait connaître, et trop inexacts pour mesurer avec précision les modifications qu'ils éprouvent. Il faut autant de moyens pour étudier les animalcules des infusions, que pour observer la planète Herschel. Sans le microscope et le télescope, une foule d'êtres échapperaient aux sens ; avec ces instrumens, l'observateur s'élance dans de nouveaux mondes ; il s'associe de nouveaux objets ; il perce les voiles placés sur ceux qui le touchent, comme il traverse les cieux pour arriver aux astres qu'il ne peut appercevoir.

Les sens transmettent à l'ame leurs impres-

sions, mais ils ne sauraient mesurer leur intensité, et apprécier leurs différences. C'est en vain qu'on chercherait à estimer le dégré de la pesanteur, et la durée du temps, sans pendule; tout comme il serait impossible de graduer les variations de la chaleur et du poids de l'atmosphère, sans baromètre et thermomètre.

Ceux qui s'occupent uniquement de théorie, ne pensent pas toujours assez à l'importance des observations : souvent un instrument propre à une recherche capitale, est plus difficile à trouver que les théorêmes les plus sublimes; cependant les observations et la manière de les faire sont les fondemens de la science. On ne pourrait s'assurer de la grandeur des astres sans micromètre.

Un grand nombre d'observations faites avec soin, sans instrumens, pourraient être fort exactes pour l'observateur, mais elles perdraient cette précision pour ceux qui les répeteraient; soit parce qu'ils auraient des sens différens, soit parce qu'ils ne seraient pas dans les mêmes circonstances. Comment

comparer avec précision la chaleur éprouvée en divers lieux, sans un thermomètre, surtout si les différences sont petites; les bons instrumens les resserrent dans des bornes très-étroites. Si les instrumens n'offrent pas toujours quelque chose d'absolu, ils représentent quelque chose de précis. Le pyromètre de Wedgwood permet de savoir que les matières volcaniques du Pérou ont éprouvé une chaleur plus vive que celles du fer rouge, et que ces matières des volcans éteints de l'Europe, ont supporté une chaleur à-peu-près égale à celle d'un four de verrerie.

Il paraît de là que les observations faites avec des instrumens qui ne seraient pas comparables, deviennent presque inutiles; on ne verrait ainsi les faits que d'une manière vague, et en les revoyant, on ignorerait si on les revoit tels qu'ils étaient avant l'observation; cependant, ce qui rend une observation utile, c'est l'estimation rigoureuse des différences et des ressemblances, de l'augmentation ou de la diminution dans l'intensité des effets; d'ailleurs, si l'instrument se

dérangeait ou se détruisait, les observations faites par son moyen, seraient perdues, et il n'en resterait que des notions tout-à-fait imparfaites. Depuis qu'on a rendu quelques instrumens comparables, on a des observations beaucoup plus utiles, elles peuvent se lier entr'elles dans toutes les parties du monde, et dans tous les momens du temps.

Quoique l'importance des bons instrumens soit aussi grande, on s'est peu inquiété de leur donner la perfection qu'ils doivent avoir. Il n'y a pas long-tems que les baromètres & les thermomètres ont été rendu capables d'une grande uniformité; on a repoussé long tems la perfection qu'Euler sollicitait pour les lunettes. Qui oserait dire que nos instrumens les plus parfaits n'ont plus de perfection à acquérir ? La connaissance des principes sur lesquels repose leur construction est encore plus du ressort de la physique, que des tatonnemens employés pour les rendre utiles. Le télescope à réflexion de Newton fut l'effet de ses profondes méditations.

L'inventeur d'un instrument est sans doute déterminé à l'entreprise de ce travail par le besoin qu'il en a, ou le desir d'être utile; il faut mettre dans cette classe tous ceux qui s'occupent à perfectionner les instrumens inventés. Les uns et les autres doivent connaître à fond l'objet qui les occupe, et l'effet qu'ils veulent produire. Je me représente l'inventeur du thermomètre cherchant une mesure de la chaleur, il la demande à tout ce qui l'entoure: il a bien vu que tous les corps étaient dilatés par la chaleur, et que leur dilatation pouvait être cette mesure, cependant elle ne lui parut pas assez sensible dans les corps solides; il la chercha dans les fluides, et il choisit celui qui se dilate le plus. Drebbel fit d'abord un thermomètre d'air; mais s'il est très-sensible, il a l'inconvénient d'être soumis aux variations barométriques, ce qui change son élasticité, et par conséquent son volume sans aucun égard à la chaleur; il n'était donc, comme le dit Deluc, qu'un thermoscope; on pouvait estimer les variations de la chaleur par son moyen, mais il était impossible d'en mesurer avec exactitude les différences. Newton

les académiciens de Florence le sentirent, le premier substitua l'huile de lin à l'air; il la renferma dans une boule soudée à un tube étroit où les plus petits changemens arrivés dans la boule devenaient remarquables. D'autres crurent remplacer l'air par l'esprit de vin, le fluide le plus léger après lui, ils le renfermèrent comme Newton dans une boule soudée à un tube capillaire; mais comme ces différens thermomètres faits avec le même fluide n'avaient aucune régularité dans leur marche à cause de la différence des boules, du diamètre des tubes, & du rapport des tubes avec les boules, ils n'offraient encore que des thermoscopes. Reaumur chercha à les rendre une mesure commune de chaleur, en employant deux termes éloignés l'un de l'autre, entre lesquels le fluide renfermé devait se trouver dilaté proportionnellement aux différens degrés de la chaleur qu'il avait éprouvée; ces points étaient ceux de la glace et de l'eau bouillante, alors en divisant leur intervalle en 80 parties égales, on obtenait des dilatations proportionelles à la chaleur, et elles étaient déterminées par des degrés assez bien fixés. Ce pas était

considérable, mais le thermomètre était encore sujet à des inégalités que Deluc est parvenu à écarter en cherchant d'abord le fluide dont les dilatations seraient les plus proportionnelles aux changemens de la chaleur, et qui seraient en même tems les plus uniformes. Il découvrit que le mercure avait cette propriété. Il s'apperçut encore que l'ébullition de l'eau exigeait plus de chaleur quand le baromètre était plus haut, parce que l'eau était plus comprimée, et il détermina le point de 27 pouces pour celui qu'il convenait le mieux de choisir. Il fit encore à cet instrument plusieurs améliorations moins frappantes qui ont contribué à le perfectionner beaucoup par leur réunion.

Il est aisé de comprendre après cela que le baromètre et mille autres instrumens de ce genre ne peuvent être inventés et perfectionnés que par des physiciens très-instruits sur les rapports des corps employés pour faire ces instrumens avec l'effet qu'ils doivent produire.

Un instrument doit être simple dans sa construction, parce que la combinaison des

moyens multiplie les causes d'erreurs, en multipliant les difficultés, les retards, les frottemens. Le prisme de Newton reçoit les rayons tombant sur lui, et il tamise d'abord les rayons colorés. Un instrument doit être facile à conserver dans son état de perfection; s'il exigeait toujours la main de l'artiste pour être réparé quand on s'en est servi, on ne pourrait l'employer quand on en aurait besoin; l'électromètre de Desaussure, son hygromètre n'ont qu'à être mis à l'air pour remplir leur effet, & donner les réponses qu'on leur demande. Un instrument doit être encore commode dans son usage, sans exiger ni un grand appareil, ni une place particulière; il doit être applicable, s'il est possible à diverses opérations, pour diminuer l'embarras et la peine de les multiplier; enfin il sera d'un prix modéré pour être à la portée de chacun, et pouvoir se remplacer aisément en cas d'accidens; mais toujours il doit être aussi exact qu'il est possible; je veux m'arrêter sur cette propriété capitale.

Les instrumens les plus parfaits ne sont jamais assez exacts, parce qu'ils sont toujours

plus ou moins sujets à l'erreur; si leurs inexactitudes étaient peu considérables, leurs erreurs seraient d'autant plus dangereuses qu'on s'en défierait moins. Les mauvais instrumens forcent la nature à se présenter sous des points de vue qu'elle n'aurait pas dû offrir. Les mauvais prismes de Mariote lui firent soupçonner Newton d'erreur. Le Cardinal de Polignac fit venir des prismes d'Angleterre, et il répéta heureusement les expériences de Newton.

On peut juger ainsi l'importance des grands artistes pour exécuter les instrumens qu'on leur propose, pour juger les matériaux qu'ils doivent y employer, et trouver la manière de les faire servir à leurs vues. Il faut des verres transparens pour les thermomètres, le diamètre intérieur de leurs tubes doit être parfaitement égal dans toute sa longueur; la division devrait être placée sur une surface qui ne souffrît que la plus petite altération par le contact des corps auxquels elle s'applique, sans communiquer à la boule du thermomètre aucune autre chaleur, que celle du milieu où il est plongé; enfin un instrument doit

être facile à suivre dans ses variations, et avoir assez de sensibilité pour montrer ce qu'on veut observer dans le moment présent et non dans les momens passés.

L'observateur prudent apprendra l'usage des instrumens qu'il est obligé d'employer, et s'assurera de leur précision. La nature de l'instrument, son but, son usage, les circonstances où on l'emploie, sont autant de moyens généraux qui peuvent concourir avec d'autres plus particuliers pour juger sa perfection. S'agit-il d'une boussole, les mouvemens de l'aiguille doivent être parfaitement libres, elle doit revenir rigoureusement au point, où on l'a trouvée, quand on le lui a fait quitter : il résulte de là que les matières dont elle est composée, ne doivent contenir aucun atôme de fer, qu'il faut écarter le cuivre et le laiton où l'on en trouve souvent; le pivot doit être d'une extrême dureté, de même que la chappe de l'aiguille; pour s'en servir avec exactitude, il faut lui appliquer un nonius, et placer l'instrument dans un lieu où le fer ne puisse agir sur l'aiguille. Les précautions qu'on emploie en se servant d'un

bon instrument, doivent être d'autant plus grandes que l'instrument est meilleur, afin de profiter mieux de tous les avantages qu'il offre, et qui pourraient devenir des sources d'erreurs dangereuses, si l'on s'en servait avec négligence, parce qu'on en tirerait des conclusions avec plus de sécurité.

Il faut encore bien connaître ses instrumens pour les comparer avec l'usage qu'on veut en faire, et les appliquer à cet usage de la manière la plus convenable. Herschel, qui connaît tous les mouvemens qu'il peut donner à son télescope, s'en sert pour parcourir scrupuleusement tout le ciel, en suivant avec soin toutes ses parties, et en le balayant, comme il dit, pour exprimer la rigueur avec laquelle il l'observe; quand on a cette connaissance d'un instrument, on détermine aisément les objets auxquels on peut l'appliquer, les cas où il sera le plus utile, les résultats qu'on doit espérer, les rapports de l'instrument lui-même avec l'observateur et avec ceux que les observateurs précédens ont pu lui trouver. On sent qu'on doit employer un thermomètre pour juger la chaleur d'un ob-

jet toutes les fois que la boule peut s'y perdre, et recevoir les impressions qu'il lui communique, sans être exposé à des impressions étrangères. Ces observations pourront se comparer aux premières qui ont été faites avec les premiers thermomètres, parce qu'on a quelques données pour estimer les rapports des anciens thermomètres avec ceux qu'on fait aujourd'hui.

Ceux qui répètent les observations, doivent connaître les instrumens employés par leurs auteurs. Les phénomènes apperçus sont les résultats des observations faites avec ces instrumens : de sorte que, pour les retrouver de la même manière, il faut se servir des mêmes moyens. Quand on compare les immersions et les émersions des satellites de Jupiter faites en divers lieux, on se persuade la nécessité de savoir quelles étaient les lunettes des observateurs ; avec une lunette plus longue on voit l'immersion plus tard, parce qu'on voit plus long-temps le satellite qui paraît plus grand. Cassini a trouvé qu'il y avait une différence de trente secondes entre

entre les observations faites avec une lunette de seize pieds et une lunette de dix pieds.

Il y a des observations délicates qu'on ne peut refaire qu'avec les instrumens dont on s'est d'abord servi : tels sont ceux de Bradley pour découvrir l'aberration de la lumière ; Lieberkhun et Lyonnet décrivaient leurs microscopes pour inspirer la confiance que méritent leurs étonnantes observations.

L'observateur doit connaître les instrumens pour juger leur influence sur les objets qu'il observe ; s'il ignore la quantité dont ses verres grossissent, il ne pourra rapporter les proportions de ce qu'il voit par leur moyen, avec ce qu'il ne peut appercevoir sans eux.

La connaissance intime d'un instrument facilite son usage, et suggère les précautions nécessaires pour s'en servir avec les ressources propres à le perfectionner, et à le conserver dans sa perfection. Quand on emploie le microscope, il faut non-seulement connaître sa force, sa construction ; il faut encore sa-

voir la grandeur, le tissu de l'objet qu'on veut observer. Les verres les plus forts sont pour l'ordinaire réservés pour les corps transparens ; les animaux doivent être conservés dans leur état de santé, les fluides épais seront délayés, les objets noirs seront fortement éclairés ; on évitera la réflexion de la lumière qui peut colorer les corps.

Enfin il faut choisir les instrumens dont l'usage sera le plus sûr et le plus commode ; il faut pouvoir les manier aisément, et les rendre autant qu'il est possible, indépendans de la faiblesse et de l'inexactitude des sens de l'observateur ; en sorte qu'ils préviennent tous les doutes qu'on pourrait former sur la bonté de l'observation. Telles sont les corrections heureuses de Deluc pour l'observation du baromètre, pour sa construction, et pour son transport assuré ; on peut à-présent apprécier presque avec exactitude, avec cet instrument, l'élévation d'un lieu au-dessus du niveau de la mer, et la différente pression de l'air, à différentes hauteurs.

Les meilleurs instrumens ne doivent pas

être employés sans précautions, dans des observations délicates ; il faut les vérifier avec soin, et s'assurer qu'ils produisent leur effet. L'astronome a trouvé mille moyens pour se convaincre de la bonté de ses instrumens et de leur permanence dans cet état de perfection. Il s'assure que sa pendule est rigoureusement juste et bien réglée, il vérifie souvent sa ligne méridienne, le niveau du plancher qui porte ses instrumens ; il répète des observations bien faites pour savoir si ses instrumens, en lui rendant les mêmes réponses, certifieront la constance de leur exactitude.

La connaissance des erreurs qui accompagnent les défauts des instrumens, apprend à les éviter; quand on a toisé une grande étendue de terrain, on tient compte de la dilatation que la toise a éprouvée par la chaleur de l'air et de la main ; mais il y a des erreurs qu'on ne peut pas toujours corriger, parce qu'on ne peut s'en faire une idée exacte, cependant il ne faudrait pas même les négliger, parce que si l'on ne parvient pas à les prévenir, on pourra di-

minuer leur influence, ou évaluer leurs effets: Telles sont les erreurs dépendantes des matières composant les instrumens. Les métaux et les bois varient dans leurs dimensions, les frottemens ne sont jamais rigoureusement les mêmes ; les cordes sont plus ou moins roides et longues, suivant l'humidité de l'air et sa chaleur. Les milieux, au travers desquels on voit certains objets changent plus ou moins leur place et leur figure. C'est au milieu de ces incertitudes inévitables qu'on peut chercher les causes des erreurs, soit pour les rectifier, soit pour déterminer leurs circonstances, soit pour estimer leur quantité. Les rouages n'ont pas toujours le même jeu, l'huile épaissie ou changée, la chaleur, le froid ont une influence assez grande pour y être apperçue et même appréciée.

Il est important de remarquer que ces causes d'erreurs sont souvent étrangères aux instrumens eux-mêmes; ce qui rend leur étude encore plus nécessaire pour les supprimer, les affaiblir, ou les évaluer. Deluc apprit à estimer les hauteurs du baromètre avec plus

d'exactitude, quand il eut découvert l'influence de la température de l'air sur celle du mercure, ce qui lui montra la correction qu'il faut appliquer à la hauteur réelle, suivant le degré de chaleur que le thermomètre indique.

Les jugemens prononcés par les instrumens sont pour l'ordinaire plus vrais que ceux qui sont formés sans eux ; mais les instrumens les plus parfaits sont encore bien loin d'être parfaitement exacts. La nature est si précise dans ses opérations, nos instrumens sont si grossiers dans leur construction. La nature est si délicate dans ses ouvrages, et nos mesures si matérielles, qu'on ne peut prétendre à connaître, ni sa précision, ni sa délicatesse. Combien de machines dérangées par la poussière, par le poids de leurs parties sur elles-mêmes? Comment mesurer la vîtesse et la ténuité des liqueurs circulant dans l'animalcule des infusions, ou même dans les derniers vaisseaux du corps des gros animaux? Comment distinguer les ondes sonores qui frappent l'oreille dans un rapide allegro? Qui croira connaître les objets qui

affectent les sens? Tous les obstacles dont j'ai parlé se réunissent pour lui présenter la multitude de ceux qui le menacent.

Il y a plus, il est presque impossible d'observer plusieurs fois la plupart des phénomènes précisément de la même manière avec les mêmes instrumens; les plus habiles astronomes l'ont constamment reconnu, et les autres observateurs de bonne foi l'ont confirmé. La cause de ces différences est sans doute la différence des modifications que le phénomène éprouve de la part des corps qui agissent sur lui d'une manière différente, et des impressions que les instrumens peuvent en recevoir; mais quoiqu'il soit très-difficile de les distinguer, il est bien vraisemblable que ces différences lorsque les observations sont rapides, sont plutôt l'effet d'un instrument défectueux, ou d'une inattention dans l'observateur, que celui d'un changement subit arrivé dans le phénomène.

Puisque les instrumens sont sujets à tant d'erreurs, il serait utile de connaître leurs limites pour connaître celles des écarts aux-

quels on est exposé dans la recherche du vrai. Le célèbre Lambert s'est occupé de ce beau sujet dans divers *Traités physico-mathématiques* qu'il a publiés. Voici un apperçu des idées originales de ce grand mathématicien.

C'est un principe démontré que tous les instrumens sont sujets à une erreur plus ou moins grande suivant leur nature et leur usage. L'erreur d'un instrument quand on mesure un trés-grand angle n'est rien, mais elle devient considérable quand l'angle est petit. Il est par exemple possible de déplacer tant soit peu les pinnules sans perdre le point fixe vers lequel elles étaient dirigées: ce qui prouve que les instrumens peuvent tromper plus ou moins, quoique l'on ignore la quantité précise de l'erreur qu'elles occasionnent.

La première erreur qu'on doit rechercher tire son origine des sens; on ne peut l'apprécier par l'observation; mais comme cette erreur dépend jusques à un certain point de la bonté de l'instrument, l'exactitude de l'opération et celle de l'instrument

dépendent réciproquement l'une de l'autre ; de sorte qu'on peut seulement les déterminer l'une par l'autre, en les étudiant séparément, et les comparant entr'elles ; mais cette détermination s'obtient plus souvent par les conséquences tirées des erreurs, que par les erreurs elles-mêmes, et ces conséquences ne peuvent être fournies que par les circonstances de l'observation : de manière qu'en choisissant les circonstances les plus heureuses pour observer, on tirera un parti beaucoup meilleur d'un instrument médiocre, que d'un instrument qui serait meilleur ; lorsqu'on l'employerait dans des circonstances favorables. Si donc la bonté d'un instrument est donnée, il faut chercher le degré d'exactitude qu'on peut en attendre, et les citconstances les plus avantageuses pour l'employer ; mais, si l'on connaît seulement le degré d'exactitude de l'instrument, sans avoir déterminé le choix des circonstances ; alors il faudra chercher seulement le degré de bonté nécessaire à l'instrument.

Il faut encore distinguer les erreurs qu'on peut commettre dans les observations, des

conséquences qu'on en tire, parce qu'elles varient non-seulement avec les circonstances, mais encore, parce qu'en répétant les observations, il faut prendre un milieu entre celles qu'on a faites, et jamais entre leurs conséquences. Il est vrai que dans quelques cas, les erreurs des conséquences sont proportionnelles à celles des observations; mais dans un nombre de cas beaucoup plus grand, cette proportion ne peut plus avoir lieu.

Tant qu'on ne calcule les conséquences des erreurs, que pour savoir quel est le degré de confiance qu'on peut donner à son observation; il faut supposer que les erreurs dont on ne peut pas répondre, sont les plus grandes possibles, et, s'il s'en rencontre plusieurs, il faut les rejeter du côté qui donne la plus grande différence; alors, en comparant les cas possibles, on détermine la probabilité de cette différence qui doit s'augmenter: ensuite on découvre les erreurs les plus probables; et l'on parvient à la plus grande exactitude. Lambert, en employant ces ressources, faisait de bonnes observations avec un instrument quelconque; mais cette méthode est

longue, et il me semble plus court et plus sûr d'employer le meilleur instrument : cependant on s'étonne quand on a vu faire à cet homme extraordinaire des observations très-délicates d'astronomie, avec des instrumens qu'il avait fabriqués, et une foule d'expériences hygrométriques et pyrométriques avec les instrumens les plus communs. Le génie anime tout ce qu'il dirige, mais le génie n'est pas l'instrument universel des observateurs.

Il y a une foule d'observations qui doivent être répétées en divers lieux et en divers temps, avec des instrumens semblables; il convient donc de leur donner une construction qui leur assure cette uniformité, en leur assurant une exactitude scrupuleuse dans les mesures, et une immutabilité inaltérable dans les résultats : il est important de s'entendre sur tous les points de la terre, quand on interroge la nature, et de savoir ce qu'elle a répondu, quand on a voulu pénétrer sa marche. Reaumur, Deluc ont rendu ce service à la physique pour la chaleur, par la construction de leurs thermomètres.

Il y a encore des observations qu'il fau-

drait suivre constamment, parce que les phénomènes qui en sont les objets, sont constamment modifiés, et parce qu'il importerait beaucoup de connaître ces modifications perpétuelles; mais, comme il est bien difficile de fixer un observateur à un instrument, et d'exiger de lui cette permanence habituelle dans l'observation; il serait utile d'avoir des instrumens qui pussent indiquer les observations dans l'absence de l'observateur; c'est ce que D'Osembray a fait le premier pour un anémomètre; ce que Serre de Genève avait imaginé pour un baromètre; ce qui fut exécuté par Ramsden; ce que Sixt a heureusement appliqué au thermomètre, et ce que Landriani avait adapté à tous les instrumens de la météorologie.

Enfin, comme les meilleures observations faites avec les meilleurs instrumens laissent toujours des doutes, il faut se méfier des analogies qu'elles peuvent indiquer, et résister à la tentation de conclure du moins au plus, ou du plus au moins. Les propositions tirées des observations sont souvent individuelles, sujettes à mille erreurs, et dangereuses à géné-

raliser. Tout ce qu'on peut rigoureusement conclure, c'est qu'on a bien apperçu un certain effet dans des circonstances déterminées.

Il serait très-utile à l'observateur d'être artiste pour saisir la possibilité des instrumens qu'il imagine, et pour réparer d'abord leur dérangement quand il s'en sert. Lewenhoek était son opticien, Nollet son émailleur et son tourneur. Herschel aurait-il conquis une nouvelle terre à notre système, huit satellites à nos planetes, des millions de soleils, des millions de systêmes pour nous dans l'Univers, s'il n'avait pas eu la confiance de faire ses verres et ses miroirs, et de les amener à la perfection qu'il pouvait peut-être seul leur donner.

La connaissance des matières avec lesquelles on fait les instrumens dirige dans leur choix; on n'employera pas indifféremment les mêmes bois, et on ne les employera pas dans le même sens, lorsque les cas seront différens. Les baromètres et les thermomètres qui ne seront pas montés sur des plaques de

métal, seront placés sur des planches d'un bois bien dur, dont les fibres longitudinales seront dans la direction du tube, parce que le bois qui se dilate beaucoup moins dans sa longueur que dans sa largeur, changera moins par la chaleur et le froid les proportions de l'échelle de graduation. On ne fera point la boîte d'une boussole avec du cuivre, parce qu'on y trouve quelquefois du fer qui pourrait influencer l'aiguille.

Le savant dans son cabinet ne voit que ses projets. Il croit souvent pouvoir plier la matière à ses idées; mais, quand il est artiste, il prévoit la possibilité de leur exécution, et il plie ses idées aux qualités de la matière; il tire souvent des arts eux-mêmes les ressources les plus heureuses pour interroger la nature, et pour l'expliquer. Reaumur n'aurait pas perfectionné plusieurs arts, donné la porcelaine à la France, avec l'art de changer le fer en acier; si la pratique des arts ne lui avait pas été très-familière.

Voici un instrument d'un genre nouveau que je ne veux pas passer sous silence, parce

qu'il offre un phénomène aussi rare qu'il est intéressant. Tous les naturalistes connaissent l'ouvrage de Huber sur les abeilles, et ils savent que ce chef-d'œuvre de logique et d'observations, est celui d'un aveugle plein de génie; mais il lui fallait des yeux pour voir ce qu'il pressentait dans l'histoire des abeilles, il les a trouvés dans ceux d'une femme aimable qui fait son bonheur, mais sur-tout dans un domestique nommé François Burnens qui a pris la passion de l'histoire naturelle pour plaire à son maître, et qui a déployé des talens rares pour la satisfaire; il réunit une adresse singulière à une attention soutenue, un coup-d'œil exact et lumineux, une obstination insurmontable; quand il fait une observation importante, rien ne l'effraie et ne lui fait lâcher prise. Tels sont les yeux d'Huber; on trouverait sûrement bien des yeux de ce genre, si l'on savait les chercher, et ils seraient bien utiles à ceux qui voient le mieux.

On pourrait mettre dans ce nombre Mlle. Caroline Herschel qui doit partager la gloire de son frère, comme elle partage ses travaux

et ses découvertes ; c'est elle qui enrégistre les apparences certaines et douteuses, qui se présentent à ce grand observateur, lorsqu'il observe le ciel ; elle prend note de ses soupçons, elle fixe l'instant des phénomènes qu'il apperçoit ; aussi, pendant que Herschel a les yeux fixés à son télescope, que son génie dicte les phénomènes inattendus qu'il apperçoit, et qu'il s'abandonne à toutes les idées qu'il peut créer au milieu du spectacle ravissant qu'il parcourt ; sa sœur se borne à les recueillir et à en assurer la propriété à la science et aux siècles ; mais elle même a fait des découvertes capitales, et se trouve dans le petit nombre des astronomes heureux, qui ont fait connaître des astres nouveaux.

Enfin, parmi les aides que les hommes peuvent fournir à l'observateur, il faut compter les conseils, les avis de ceux qui courent la même carrière ; l'imagination se développe bien mieux dans la conversation avec un homme de génie que dans le silence du cabinet ; les efforts que l'on fait pour rendre ses idées plus claires, l'attention plus forte qu'on prête aux sujets qu'on discute, l'énergie que donne

la différence dans les opinions, le rapprochement des idées, produisent des idées nouvelles, et ont été la cause de plusieurs découvertes; on se rend plus attentif à ce qui mérite l'attention des autres; on s'efforce de trouver ce qu'ils croient utile : aussi c'est dans les grandes villes, ou dans les Universités qui rassemblent beaucoup d'hommes éclairés, que l'on voit sortir comme d'un foyer de lumière une grande quantité d'ouvrages utiles; mais quel est l'homme qui, après avoir eu l'avantage de jouir du commerce des gens de lettres, ou seulement de leur correspondance, n'a pas senti leur importance et leur prix?

CHAPITRE

CHAPITRE IV.

De l'adresse nécessaire à l'observateur.

L'OBSERVATION de la nature ne se borne pas à celle des surfaces ; il faut pénétrer les êtres qu'on étudie, et placer sous les sens ce qui semble d'abord les fuir : ceci suppose des moyens pour voir facilement et exactement ce qu'on ne peut d'abord appercevoir avec aisance ; mais ces moyens ne sont pas toujours commodes quand on peut les avoir, et il serait avantageux de s'en passer quand on ne peut pas les obtenir ; les moyens même les plus heureux dans quelques cas n'ont pas toujours la même énergie ; on est souvent obligé de recourir à des expédiens pour détruire ce qui suspend leur production, et à des procédés nouveaux pour développer les effets qui résistent aux ressources employées pour les manifester ; mais tout cela suppose beaucoup d'adresse dans l'observateur.

L'adresse nécessaire à celui qui veut observer ne se borne point à une manœuvre machinale ; elle est le résultat réfléchi du regard de l'ame sur les obstacles qui l'arrêtent ; il dirige la main comme il enfante les idées. On avait vainement cherché jusques à Reaumur les moyens des nymphes pour sortir de leurs coques, parce qu'on n'avoit point pensé à voir le papillon forçant sa prison, et l'on comprend bien qu'il n'est pas facile d'éclairer ce cachot. Reaumur ne désespéra pas d'en venir à bout. Il prit plusieurs coques de vers-à-soie où étaient les nymphes, il les coupa dans leur longueur, et les posa dans cet état sur les parois d'un vase de verre, où il les attacha en collant autour des petites bandes de papier, qui tenaient ces demi coques assujetties ; la partie coupée de la coque devenait ainsi une fenêtre qui laissait voir toutes les actions de l'animal occupé à sortir de sa retraite.

Il serait souvent nécessaire de prévoir les effets qu'il convient de produire, pour dévoiler ceux qu'on voudrait mettre au jour;

ceci suppose une connaissance assez approfondie de l'objet qu'on étudie et de ses rapports, ou plutôt une grande facilité pour en saisir les conséquences, et une sagacité fine pour en tirer la vérité ; tels sont au moins les traits qui caractérisent les grands observateurs. Malpighi, Lewenhoek avaient employé toute leur adresse pour voir les vaisseaux soyeux des chenilles, mais ils ne purent en venir à bout. Reaumur plus pénétrant fut plus heureux, il comprit que l'esprit de vin durcirait le suc soyeux dans ces vaisseaux ; il fit périr une chenille dans cette liqueur, où il la laissa pendant quelques jours ; les sucs soyeux se durcirent, et il put alors mettre facilement les vaisseaux sous les yeux avec leurs sinuosités.

On reconnaît l'adresse de l'observateur dans les expédiens qu'elle lui suggère, lorsqu'il parait n'en avoir plus aucun, Trembley voulait suivre l'histoire des Polypes pendant l'hyver ; il en mit plusieurs dans des pourdriers, il leur fournit la nourriture qu'ils aimaient, il leur fit un fond dans ses

vases avec la terre des fossés, où ils vivaient; il croyait avoir pourvu aux besoins de ces animaux; mais il se vit sur le point de renoncer à ses projets, parce que les polypes embarrassaient leur bras dans la couche de trémelles qui tapissait les parois des vaisseaux; que fera-t-il? il s'apperçut que les limaçons aquatiques se nourissaient de cette plante et il en débarrassa ses vases en y mettant quelques-uns de ces animaux.

L'observateur adroit sait se plier dans ses observations aux circonstances, et trouver des ressources pour surmonter les obstacles qui l'entourent, ou pour les employer à la perfection de ses recherches. Duhamel en faisant l'anatomie de la poire, voulait voir les pierres détachées de ce qui les environne, il les plaçait sous son microscope en les sortant de l'eau; mais leur vaisseaux qui sont très-fins s'affaisaient quand ils étaient à sec et ils ne formaient qu'un peloton, où l'on ne pouvait rien distinguer, comment prévenir cet inconvénient? Il borda de cire une glace

étroite, il remplit d'eau la fosse qu'il avait faite, et il y mit ces pierres et leurs vaisseaux ; de manière qu'elles surnageaient. Trembley étudia un polype que l'extrême vivacité de cet insecte empêchait de suivre, il versa de l'esprit de vin dans le fluide, où il était, et sa vivacité fut bien rallentie ; mais il réussit encore mieux sans mettre en danger la vie de l'animal, il le plaça dans une eau, où la nourriture était plus rare, ses forces furent ainsi assez diminuées par le jeûne, pour donner à ses mouvemens une lenteur qui permit de le suivre. Spallanzani dans ses observations sur la circulation du sang a choisi les salamandres maigries par la privation de la nourriture, parce qu'elles étaient devenues transparentes, et qu'elles laissaient appercevoir tout ce qui se passe dans leurs vaisseaux.

On est quelquefois obligé de se conserver l'usage des deux mains, quoiqu'on soit forcé de se servir d'une loupe ; il est alors extrêmement commode d'avoir des lunettes dont les verres soient des loupes ; on a par

ce moyen une main de plus pour faciliter ses dissections.

On n'a pas communément bien vu, quand on n'a pas tout vu, aussi l'on doit souvent ménager les sujets de ses observations afin de pouvoir les prolonger, parce qu'on ne peut pas toujours en avoir les objets; il faut donc éviter autant qu'il est possible de déranger l'ordre qui y règne. Quand Reaumur étudie le nid d'un insecte, il le défait avec précaution, pour pénétrer sa construction; il voudrait en distinguer toutes les pièces, remarquer leurs places, et juger l'état de chacune avec le rôle qu'elle doit jouer.

Mais ce n'est point assez de faire une observation avec adresse, il faut encore s'environner de moyens pour l'employer. Duhamel avec une main légère n'aurait pu achever la dissection de la poire, s'il n'avait pas fait cette dissection dans l'eau; parce que la partie macérée et gonflée y conservait cette augmentation de volume qu'elle avait prise, et la disposition que les différentes

parties pouvaient avoir contractées pour se séparer.

Cette adresse devient indispensable pour vaincre des obstacles qui paraissent d'abord invincibles. Spallanzani étudiait la multiplication des animalcules par division, il lui importait d'en avoir un qui fût solitaire : après mille tentatives infructueuses, il imagina de transférer une goutte d'infusion avec un pinceau dans un crystal de montre ; il plaça de même une goutte d'eau distillée dans le voisinage de celle ci ; il tira un trait de la première eau vers la seconde ; il observa avec une lentille le passage d'un seul animalcule dans l'eau distillée, il rompit la communication avec un pinceau neuf, alors son animalcule fut isolé, et il eut la preuve que quelques animalcules d'infusions se multipliaient par division.

C'est ainsi qu'on supplée aux ressources que la nature nous refuse ; cependant si l'on fait parler la glotte en y poussant de l'air, on ne peut faire beugler le bœuf, grogner le cochon : Pourquoi cette différence, puis-

que l'air influe sur la production de ces sons? On voit bientôt que les efforts des poumons de l'homme sont insuffisans pour faire résonner le larynx d'un bœuf et celui d'un cochon; il était donc nécessaire de les assouplir auparavant par la macération pour diminuer leur résistance à l'action de l'air qu'on pouvait y pousser. On apprend ainsi à chercher les expédiens dans la nature des choses, parce qu'ils sont plus sûrs et plus propres à remplir les vues qu'on peut avoir.

Cette adresse doit encore s'employer à ménager la vie, la tranquillité, et le bonheur des êtres organisés qu'on étudie. La compassion pour les animaux est une vertu; on est cruel quand on les tourmente sans nécessité. J'apprends avec intérêt que Lyonnet répugnait à faire souffrir les insectes; que ce sentiment l'empêcha de faire plusieurs expériences, et que son *Traité anatomique de la chenille du saule* n'a pas coûté la vie à plus de huit ou neuf chenilles, qu'il avait eu la précaution de noyer avant de les ouvrir.

C'est sur-tout pour tirer parti des obser-

vations que cette adresse devient utile. Le 13 Mars 1781, entre 10 et 11 heures du soir, Herschel observait les petites étoiles dans le voisinage de l'étoile *H* des Gemeaux; il en apperçut une plus grande que les autres avec un disque déterminé; il la soupçonna une comète; après l'avoir regardée avec des verres plus forts que la première fois, il vit que le grossissement de cette étoile était proportionnel au grossissement du verre, et que l'accroissement des étoiles ne suivait pas cette proportion; il observa de même que quand on voyait cette étoile avec un verre qui la grossissait plus que sa lumière ne le permettait, elle paraissait trouble et mal terminée; tandis que les autres étoiles conservaient alors leur éclat et leur contour; ce qui fit croire à Herschel que cet astre n'était pas une simple étoile; il en mesura ensuite le diamètre, et il remarqua l'augmentation de son diamètre apparent; il observa de même sa distance de différentes étoiles télescopiques, et il remarqua au bout de deux jours que cet astre changeait de place, qu'il suivait l'ordre des signes; que son orbite s'écartait peu de l'écliptique; que son

mouvement s'accélérait ; qu'il s'approchait de la terre ; qu'il n'avait ni queue, ni barbe ni chevelure ; il vit ensuite ses stations, ses retrogradations ; enfin le calcul lui démontra que les observations ne pouvaient s'accorder avec un calcul fondé sur une orbite parabolique comme celui d'une comète ; mais comme il calcula dans l'hypothèse elliptique, il se convainquit que cette étoile était une planète tournant autour du soleil. Il fallait cette adresse dans l'observation et le calcul pour conquérir à l'astronomie une planète nouvelle.

Cette adresse est une propriété du génie qui appartient aux grands observateurs ; elle fit trouver à Trembley le moyen de suspendre un polype sur l'eau, comme cet animal le pratique naturellement, et d'opérer son incroyable retournement ; elle apprit à Reaumur à faire battre la caisse résonante des cigales ; mais il faudrait raconter ici tout ce que ces hommes illustres ont fait, y joindre les productions ingénieuses de Swammerdam, Malpighi, Haller, Duhamel,

Bonnet, Spallanzani. Observateurs étudiez les ouvrages de ces hommes étonnans, en apprenant à les imiter, vous apprendrez à devenir comme eux les vrais interprêtes de la nature.

CHAPITRE V.

De la patience que doit avoir l'observateur.

L'OBSERVATEUR joindra la patience à l'adresse : les premiers efforts sont souvent inutiles; mais en se décourageant, on courrait risque d'abandonner des découvertes prêtes à éclore. Le temps seul murit les idées, en fournit de nouvelles, apprend à les employer; et ce temps, quelque long qu'il soit, est toujours bien employé quand il fait trouver la vérité. On demandait à Newton comment il avait fait toutes ses découvertes, il répondit : *En cherchant toujours, et en cherchant avec patience.* Le génie et le temps viennent à bout de tout ce qui est possible.

Les sciences auraient fait des progrès plus grands, si les savans avaient attendu d'avoir

trouvé la vérité pour se décider à instruire les autres; on aurait eu moins de ces songes brillans qui séduisent les esprits faux; mais on aurait eu à leur place l'interprétation fidelle de la nature, qui serait sublime comme son original. Aristote, Pline, plusieurs naturalistes ont cru avec les paysans, que les abeilles se lestaient dans les temps d'orage pour résister aux vents, en saisissant avec leurs jambes des pierres qu'elles emportaient dans leur vol; mais ils virent ce fait avec trop de précipitation; s'ils avaient eu la patience de Swammerdam, ils auraient eu son exactitude; ils auraient distingué l'abeille maçonne de l'abeille commune, et ils auraient remarqué cette mouche appliquant ses matériaux contre le mur où elle bâtissait sa retraite.

L'art d'observer suppose cette patience : il faut appercevoir des rapports qui ne frappent pas d'abord, soit parce qu'ils ne se présentent pas toujours, soit parce qu'on ne sait pas les saisir, soit parce qu'il faut quelquefois plusieurs années pour opérer l'entière révolution des causes et des effets, qui

donnent seulement alors l'histoire complète de quelques phénomènes, ou parce qu'il faut ce temps pour établir avec certitude les observations qui les font connaître, Spallanzani exhorte à la patience ceux qui voudraient assister à la naissance des animaux microscopiques; il apprend, par son exemple, qu'il faut tenir long-temps l'œil fixé sur eux, avant d'observer ce phénomène. Il y a des cas où l'on ne peut déterminer les préparatifs d'une observation que long-temps après l'avoir commencée; il y a des temps marqués pour voir les divers phénomènes de l'anneau de Saturne; il faut quatre-vingts ans pour suivre la planète Herschel. Le Cousin sort comme un éclair de son étui de nymphe; il faut en étudier plusieurs pour saisir l'histoire de cette opération curieuse. Duhamel a laissé macérer une poire dans l'eau pendant deux ans pour en faire l'anatomie; cependant, après en avoir détaché quelques filets avec un instrument très-tranchant, il fut obligé de remettre la poire en macération pendant quinze jours pour achever leur séparation.

L'impatience a souvent fait manquer plusieurs découvertes : on s'imagine qu'on ne trouvera jamais ce que l'on ne trouve pas d'abord, et que les ressources employées dans un moment pour vaincre la nature sont les seules qu'on puisse mettre en usage; il résulte pourtant de-là qu'un défaut de succès serait un obstacle à ceux qu'on peut espérer : c'est pour cela qu'on n'a pas vu pendant long-temps l'accouplement du Cousin, parce qu'on ne l'observait pas dans le moment où il s'opère, et dans les lieux qu'il choisit; ou parce qu'on n'avait pas su attirer cet insecte dans quelque endroit clos, en le garantissant du vent, et en lui procurant une chaleur douce; enfin l'on ne soupçonnait pas que cet accouplement se fit en l'air, qu'il fût très-court, et qu'on ne pouvait trouver ces insectes fixés dans cet état que dans les endroits où ils peuvent se placer horizontalement ou de bas en haut. Il en a été de même pour les abeilles; après mille tentatives inutiles, Hüber pensa que leur accouplement pouvait s'opérer en l'air, il eut le plaisir de le voir accompli, et de résoudre un problême qui avait occupé

inutilement les plus grands naturalistes de tous les siècles. Enfin un des exemples les plus remarquables et les plus heureux de patience offert dans l'observation de la nature, c'est celui de Bonnet, qui vit et éleva la neuvième génération d'un puceron né sans accouplement; il s'imposa l'obligation de les garder comme un Argus, de suivre leur histoire dans chaque heure du jour et souvent de la nuit, de noter tous leurs changemens, d'être sans cesse autour de ces animaux pendant trois mois; c'est pourtant ainsi qu'il pouvait seulement s'assurer que les pucerons étaient ovipares et vivipares; et qu'il se reproduisaient sans accouplement, quoiqu'ils fussent quelquefois soumis comme les autres animaux à cette loi de leur reproduction.

Ceux qui étudient sérieusement la nature savent bien qu'on ne peut acquérir des connaissances solides sur un objet quel qu'il soit, qu'après s'en être occupé très-longtemps. Comment pourrait-on, sans le secours du temps, croire qu'on a remarqué tous les phénomènes, employé toutes les resources pour

pour les pénétrer, et prévenu toutes les illusions qui peuvent cacher le vrai. C'est un beau spectacle pour la raison, que celui d'un philosophe luttant avec un fait qui exerce sa patience par le nombre et l'obscurité des effets qu'il lui offre, qui le déconcerte par mille obstacles, et qui le soutient par l'espoir d'une découverte : on le voit se colleter avec la nature, et ne l'abandonner qu'après l'avoir vaincue; on est fait pour la vérité, quand on la recherche avec passion, et l'on est digne de la trouver quand on sait la poursuivre avec constance et avec ardeur. Reaumur vit sur le bord de la mer des buccins attachés à des pierres à côté de petits grains elliptiques qui y étaient collés; il soupçonna que ces grains lui donneraient une teinture de pourpre; il en écrasa sur sa manchette, qui prit cette belle couleur après avoir jauni. Il rassembla beaucoup de ces grains pour répéter chez lui cette observation; mais tous les linges qu'il mouilla avec leur liqueur ne furent pas teints, il les approcha vainement du feu, il les lava inutilement dans l'eau de mer; cependant au milieu de ces essais inutiles, il apperçut des

taches rouges sur un enduit de chaux qui couvrait le mur de sa fenêtre; dès-lors, il crut que la chaux avait produit cette teinture; mais il se trompa de nouveau dans ses soupçons; il teignit pourtant de même encore cet enduit, il y vit des linges imprégnés déjà de la liqueur de ces grains comme ceux qu'il imprégnait sur le moment, colorés en pourpre; enfin, il comprit, d'après tous ces effets, que cette teinture avait besoin du contact de l'air et de la lumière pour se développer; ce qu'il confirma ensuite par diverses expériences.

Toutes les opérations de la nature sont lentes, graduées et continues; elle agit depuis le commencement du monde pour préparer le spectacle que nous admirons : combien de siècles se sont écoulés pour élaborer les pierres et les métaux! Mais si la nature travaille sans cesse, l'observateur, qui veut la dévoiler, doit l'observer toujours.

On perdrait souvent le fruit de ses observations, si on les abandonnait, lorsqu'elles

ne réussissent pas comme on le desire, ou comme on le présume; cependant les phénomènes peuvent varier, soit parce que les objets ont changé, soit parce que les circonstances ne sont plus les mêmes; alors l'obsesvateur est forcé de chercher les causes de ces différences : on ne peut pas attendre d'un animal malade une digestion aussi prompte que d'un animal en santé. Rhedi fit mordre plusieurs fois par des vipères divers animaux qui ne moururent point de ces blessures ; ce phénoméne l'étonna, mais il découvrit bientôt que les vipères qui avaient mangé ou bu s'étaient nettoyé la bouche ; ou que la quantité du venin contenu dans les vésicules qui sont sous les dents n'était pas suffisante pour se méler avec le sang de l'animal blessé ; ou que les blessures n'étaient pas assez profondes pour infecter les humeurs de l'animal mordu. Ces cas particuliers sont utiles, ils fournissent des traits nouveaux à l'histoire de la nature.

L'observateur ne doit quitter l'objet de son étude, qu'après avoir épuisé les ob-

servations qu'il offre et assisté à tous les événemens interressans qu'il doit produire. La connaissance de la nature dépend de cette plénitude d'idées, de ce complément de faits qui la représente sous toutes ses formes, dans toutes les circonstances. Reaumur observait avec soin tous les momens de la vie d'un insecte. L'astronome suit tous les mouvemens d'un astre pendant plusieurs années avant d'avoir une idée nette de ses révolutions. Le médecin ne voit qu'une observation dans tous les événemens d'une maladie considérée dans toutes ses circonstances. L'histoire d'une seule plante pendant toute sa durée est l'ouvrage de l'agriculteur, et combien de plantes qui végètent durant des années et des siècles. Roesel a vu qu'il fallait quatre ans pour connaître les différentes phases de la vie du hanneton.

Enfin pour vérifier une observation, il faut la répéter souvent, la varier de diverses manières avant de pouvoir la généraliser. Cette méthode fournit le moyen de voir de nouvelles choses qui pouvaient

échapper dans le premier moment, de rectifier les méthodes adoptées et de perfectionner ainsi l'art d'observer. On n'économise pas le temps, en diminuant le nombre des observations importantes ; mais en employant tous ses momens avec utilité. La première fois que Bradley apperçut vers le sud quelques variations dans l'étoile gamma du dragon, il l'attribua à l'incertitude des observations, soit présentes, soit passées, et il se détermina à la répéter avec attention quelques jours après, mais il trouva cette étoile encore plus au sud, il fut étonné par cette observation qui contrariait celle qu'il attendait à cause de la parallaxe annuelle ; cependant persuadé de son exactitude, il attribua la variation au défaut des instrumens ; leur vérification lui prouva leur justesse ; mais l'accroissement graduellement continuel de la distance des étoiles au pole lui assura la réalité du changement. Enfin au mois d'avril le retour de l'étoile au Nord ne laissa aucun doute sur la vérité de son observation qui fut encore confirmée par l'observation d'un mouvement semblable dans d'autres étoiles

qu'il suivit de même dans des temps différens.

Cependant comme le temps est précieux et la patience pénible, il faut soulager celle-ci en l'aidant, et économiser le temps, en diminuant le nombre, la longueur, et la répétition des observations, sans nuire à leur bonté, soit par le choix des instrumens qu'on emploie, soit par la route qu'on suit, soit par des moyens qui facilitent l'observation des phénoménes. Desaussure a rendu son électromètre un conducteur portatif, qui annonce l'électricité de l'atmosphère et des corps environnans; il n'est plus nécessaire d'attendre la réponse des grands conducteurs immobiles pour être informé de l'état électrique de l'air. Ce n'est que par une réflexion profonde qu'on parvient à lever les voiles qui cachent la vérité. Quand Spallanzani considère les estomacs membraneux, il se persuade que la trituration ne saurait être le moyen de la digestion; et il cherche dans un suc dissolvant des substances végétales et animales, l'instrument de la digestion.

que ses belles expériences lui font bientôt trouver.

Reaumur, pour abréger ses observations sans diminuer leur nombre, rassemble plusieurs insectes de la même espèce et de divers âges, pour voir ces manœuvres uniques que l'observation d'un seul insecte n'aurait pu faire remarquer, que par une constance permanente à les épier; mais il s'efforce encore à gagner quelque chose sur le temps, en cherchant les signes qui peuvent annoncer ces manœuvres, afin de s'en occuper dans le moment seul où elles doivent s'opérer. Pour voir la transformation des chenilles qui se lient par le milieu du corps, il ne faut qu'une demi-heure, si l'on sait prévoir cet instant, et l'on apprend bientôt que lorsque les couleurs des chenilles se fanent, lorsque la couleur verte de la chenille du chou disparait, le moment de la transformation n'est pas éloigné.

CHAPITRE VI.

De l'attention nécessaire à l'observateur.

LES qualités les plus brillantes de l'observateur lui deviendraient inutiles sans l'attention ; elle seule le met en état de lire et d'interpréter la nature ; parce qu'elle seule réunit sur les objets qu'il étudie toutes les forces de son esprit, en écartant d'eux tout ce qui pourrait le distraire, et en les isolant pour lui comme s'ils étaient les seuls existans alors dans le monde. C'est l'attention qui fait essayer à la fois le même sujet par toutes les facultés de l'ame ; elle lui rapporte toutes les idées qui peuvent le dévoiler ; elle le mesure avec tous les êtres de la nature ; elle l'expose à toutes les lumières qui peuvent l'éclairer, et elle ne renonce à ses efforts que lorsqu'elle est épuisée de fatigues, ou lorsqu'elle s'est convaincue de l'impossibilité du succès ; mais cette description de

l'attention devient presque celle d'une bonne observation, lorsque l'observateur fixe son ame par le moyen des sens sur quelqu'un des êtres sensibles de l'Univers.

L'homme borné dans ses recherches par des sens faibles et trompeurs; son ame dépendante des sens qui la font penser, ne saurait saisir dans le même moment d'une manière lumineuse, je ne dis pas un objet entier, mais seulement quelques-unes de ses parties; il est donc forcé de s'accommoder à la faiblesse de ses sens et de son ame, en morcelant le sujet de ses observations.

L'attention devient ainsi son aide; elle augmente l'énergie de ses efforts par leur réunion sur une petite partie qu'elle isole, et elle répand peu-à-peu le plus grand jour sur les êtres qu'elle considère, en rassemblant successivement toute la lumière dont elle dispose sur chacune de leurs parties.

L'attention ménagée de cette manière semble donner de l'importance aux objets qu'elle fixe; elle éveille les sens, elle les force à

rechercher ce qui peut agir sur eux; elle oblige l'ame à déployer toutes ses ressources, et elle trouve des moyens efficaces pour réussir; telles sont les idées heureuses qu'elle produit, les moyens puissans dont elle dispose, les circonstances favorables qu'elle amène. L'attention devient la mère de la pénétration, de l'exactitude, des précautions utiles, des preuves solides. Elle conduit toujours à la vérité, comme elle apprend à la démontrer et à la peindre.

CHAPITRE VII.

De la pénétration nécessaire à l'observateur.

L'AMOUR de la vérité est un puissant aiguillon pour les bons esprits ; l'espoir de la trouver encourage les efforts ; il fait aborder avec audace les ténèbres qui la couvrent, chercher avec soin la lumière propre à les dissiper, et profiter du rayon le plus faible pour pénétrer ces retraites obscures qu'on croyait innaccessibles.

L'attention fournit à l'ame les élémens de ses jugemens et les antidotes de l'erreur ; elle présente les objets sous leur vrai point de vue avec leurs qualités réelles ; sans l'attention, l'on se bornerait à l'écorce des choses ; on verrait tout confusément ; on négligerait mille rapports importans, lorsqu'ils seraient

trop subtils pour frapper des sens errans; on prononcerait sur des apparences souvent trompeuses. L'observateur attentif a seul le privilège d'embrasser un objet dans son ensemble, de saisir séparément tous ses détails, et de pénétrer au de-là de leurs surfaces pour découvrir ce qu'elles recouvrent. Il ne se contente pas de ce qui frappe immédiatement les sens, il imagine de leur donner d'autres spectacles; il soumet les êtres dont il s'occupe à une analyse sévère; il saisit leurs rapports; il les découvre quand ils sont cachés; il compare les divers phénomènes qu'il remarque; il les considère à côté de ceux que toute la nature peut lui offrir; il estime l'analogie des résultats quand il ne peut contempler l'évidence des effets; il se sert de apparences qu'il apperçoit pour arriver au vrai qu'elles signalent : seul avec son objet et les parties de la nature, qu'il a pu connaître, il devine ses secrets; il surprend son mécanisme; il décrit ses causes, et proclame ses formules. Tel est Spallanzani, parcourant les terres inconnues du monde microscopique, faisant l'histoire des animalcules des infusions, révélant les mystères de la digestion, de la

génération, de la respiration, et des phénomènes volcaniques.

L'observateur pénétrant distingue dans les sujets qu'il observe, ce qui leur est essentiel, de ce qui peut leur appartenir accidentellement ; cette distinction importante ne permet pas d'attribuer à une espèce, ou à un genre, ce qui ne se trouve que dans un individu et dans quelques circonstances; elle empêche de se fatiguer autour des accessoires insignifians, au lieu de réunir ses efforts sur ce qui est capital; elle écarte toutes les indications fausses, tous les signes incertains; elle épargne mille détours, mille tatonnemens; elle mène droit à la vérité. Spallanzani considère la matière embrasée, bouillante dans le cratère des volcans; il la voit s'élever et s'abaisser dans ses bouillonnemens; il y découvre une foule de tumeurs qui se forment, se gonflent et éclatent; il apperçoit une grande quantité de fluide embrasé poussé avec force, et il imagine un gaz qui devient, par sa prodigieuse dilatation, le levier puissant qui le lance dans les airs; mais il ne se contente pas de ces

soupçons ; il fond les laves qui lui ont donné ce spectacle, et il voit les laves fondues, qui n'occupaient d'abord que le tiers du creuset, se soulever jusques à ses bords, se verser, et montrer toutes les apparences du foyer et du cratère des montagnes volcaniques.

L'observateur fortement occupé d'un phénomène obscur, trouve souvent dans ses effets de fortes raisons pour en soupçonner de plus cachés, qui peuvent lui découvrir quelquefois des causes vainement cherchées. L'attention s'empare alors de ressemblances et de différences qui ne sont sensibles que pour elle. Huber s'était assuré que l'accouplement de la reine abeille ne se faisait ni dans la ruche, ni dans les poudriers, où il l'enfermait avec des mâles; il pensa qu'elle pouvait s'accoupler dans l'air, comme les cousins; cette idée heureuse l'engagea d'étudier la reine abeille dans ses sorties hors de la ruche, et il parvint à voir la démonstration de ce fait ignoré. Spallanzani veut prouver que la digestion s'opère dans l'estomac des oiseaux gallinacés, il dispose pour cela un morceau

de chair de manière qu'une partie touche le fond de l'estomac, et qu'une autre soit dans le gésier; au bout d'un certain temps, la viande qui touchait le fond de l'estomac fut absolument dissoute, et celle qui était dans le gésier ne souffrit qu'une légère altération,

On ne connaît pas la nature; quand on erre sur les surfaces des objets; il faut encore connaître ce qu'elles cachent; mais on ne parvient quelquefois à le découvrir, qu'après avoir eu l'avantage de le soupçonner. Ces soupçons heureux sont encore inspirés par l'attention. Lorsqu'on est familier avec les procédés de la nature, on peut en imaginer de semblables pour les objets qu'on étudie, et l'attention qu'on donne à ces idées fait souvent voir dans l'univers ce qui n'avait dabord existé que dans l'imagination. Reaumur en coupant la jambe antérieure d'une chenille sur le point de changer de peau était sûr que la chenille nouvellement habillée aurait une jambe de moins, de même que le papillon qui devait en sortir. Gleditsch prévit avec rai-

son qu'en secouant les fleurs d'un palmier mâle sur les fleurs d'un palmier femelle, ce dernier fécondé par les poussières des étamines du premier donnerait des dattes, et il ne se trompa point dans son attente.

Cette connaissance de la nature prévient l'étonnement que pourrait causer les phénomenes extraordinaires qu'on peut rencontrer; l'attention qu'on leur donne rappelle des rapport avec d'autres effets connus et procure les moyens de démontrer les effets qu'ils fournissent. Reaumur fut surpris de voir une mouche à deux ailes, sortant du ver mangeur des pucerons du saule et du sureau, devenir un quart d'heure après sa métamorphose deux fois plus grosse et plus longue, qu'elle était d'abord, sans avoir pris aucune nourriture; mais il pensa que l'air contenu dans le corps de cet insecte s'était raréfié, ou qu'il s'en était rempli par la respiration, et il montra la vérité de ce soupçon, en piquant le corps de cette mouche avec une épingle; cette piqûre fut accompagnée d'un petit bruit, et le

corps

corps de l'insecte reprit sur le champ son premier volume.

L'attention portée sur un objet saisit des rapports qui auraient échappé à des yeux plus errans. On observe un phénomène ; on suit ses effets ; on remarque ce qu'il a de particulier ; on découvre ses liaisons, et avec elle la vérité qu'on cherche. Reaumur s'occupe de la cause de la digestion dans les oiseaux ; il soupçonne que des alimens solides réduits en bouillie doivent être dissous, ou triturés, ou qu'ils ont souffert ces deux altérations ; il faut choisir : l'observation seule peut éclairer ce choix. Pour découvrir, si les oiseaux à gésier dissolvaient leurs alimens, il leur fit avaler des tubes de verre percés par les deux bouts et remplis d'une nourriture garantie ainsi des effets du frottement, tandis qu'elle y était exposée à l'action du dissolvant ; après avoir ouvert le gésier de ces oiseaux, il remarqua quelques tubes brisés, et les alimens conservés dans ceux qui restèrent entiers ; il vit donc que la trituration était le moyen par lequel la digestion s'opé-

rait dans ces animaux ; il se trompa néanmoins dans sa conclusion, mais sa pénétration ne fut pas inutile à Spallanzani qui était aussi pénétrant que lui : ce dernier vit bien que la trituration du gésier était un moyen pour exposer la matière alimentaire avec de plus grandes surfaces au dissolvant de l'estomac ; il fit alors des tubes percés de divers trous, il les remplit de matières brisées, et il les trouva dissoutes et digérées dans l'estomac par les sucs qui y étaient.

Il importe sur-tout à l'observateur de distinguer le moment le plus favorable de l'observation, tous les temps ne sont pas égaux pour l'homme instruit qui a un but à remplir ; ayant saisi les différences que les circonstances produisent dans l'être qu'il observe, il entrevoit des momens et des circonstances plus propres à réaliser ses vues que ceux qui s'offrent le plus habituellement. Haller reconnaît qu'il n'a pas vu le fœtus dans un œuf couvé depuis 24 heures, parce que le jour était obscur. Duhamel examinant la substance vésiculaire

qui remplit les mailles du réseau de l'écorce, trouve qu'elle s'observe mieux, lorsque sa couleur n'est pas semblable à celle des fibres longitudinales; mais il remarque que les circonstances seraient encore plus favorables, si cette substance était plus tendre et plus succulente que les fibres longitudinales, car comme elle se contracte en se desséchant, les fibres longitudinales deviennent plus sensibles. Swammerdam n'avait pu observer la bouche et les stigmates des vers de la mouche asyle, malgré ses efforts pour les chercher dans ceux qui nagent et qui rampent; mais il les apperçut dans ceux qui commencent à se roidir pour se métamorphoser.

Le moment le plus favorable pour observer un fait particulier n'est pas le seul que l'observateur attentif remarque; il étudie encore tous ceux qui ont quelque rapport avec lui. On ne sait pas l'histoire d'un animal parce qu'on a suivi un des événemens de sa vie, il faut le voir pendant tous ses momens, dans toutes ses opérations, et chercher l'occasion la plus favorable pour

connaître à fond chacun des cas particuliers et chacune de ses opérations remarquables.

La pénétration se développe sur-tout dans le choix des parties d'un sujet qui fixent d'abord l'attention ; elles ne sont pas toutes également propres à éclairer le sujet observé. La double liaison du jaune avec l'embryon du poulet par ses deux membranes a donné de la solidité aux seules idées raisonnables qu'on a eues sur le mystère de la génération. La différence des deux surfaces dans les feuilles des arbres et arbustes découvrit à Bonnet leur usage dans la végétation.

Les circonstances favorisent si fort l'observateur attentif qui sait les saisir, qu'elles lui évitent l'ennui des essais multipliés, et le conduisent directement par des méthodes lumineuses à la vérité. Duhamel recherche, si les couches ligneuses des arbres sont produites par l'écorce ou par le bois ; comment mettre sous les yeux ce qui se passe dans cette obscurité ? Il pense à placer une feuille d'étain entre l'écorce et le bois, de manière que la nouvelle couche ligneuse s'étant

formée entre l'écorce et la feuille d'étain, il vit clairement que l'écorce formait le bois.

Dans l'observation des faits moins obscurs, l'attention aide l'observateur par l'exactitude des analyses qu'elle en peut faire; elle ne l'abandonne pas même, lorsque la nature est couverte de toutes ses ténébres; elle lui montre encore les rapports des phénomènes observés avec ceux qui les environnent, ou de leurs parties avec eux; la vue de ces moyens lui annonce leurs effets, et lui fait choisir les plus convenables. Jussieu, pour peindre la conformité du tissu cellulaire avec l'écorce, se sert d'une branche de cotylédon, où leur communication est plus sensible, parce qu'il y a dans le centre beaucoup de moëlle, et à la circonférence beaucoup de tissu cellulaire. Reaumur ne parvint à trouver la cause du bruit fait par le papillon à tête de mort, que par la suppresion des parties qui pouvaient le causer; il vit alors qu'il était produit par le frottement de la trompe qui est courte et écailleuse contre deux lames mobiles et très-dures entre lesquelles elle est logée; en écartant avec

une épingle une de ces lames, le papillon ne rend que la moitié du son, et on ne l'entend plus quand on les écarte toutes deux.

Mais si l'objet étudié résiste aux premiers efforts de l'attention, on peut trouver le moyen de l'éclairer dans d'autres objets qui auraient quelques rapports avec lui : c'est ainsi que l'on cherche dans les parties bien développées des grands animaux, ou dans des monstruosités qui ont produit un développement plus grand que celui qui est naturel, ce qu'on n'aurait pu observer dans des animaux plus petits ou dans des organes en santé.

Telle est la marche du génie soutenu par l'attention ; il se dirige toujours vers la vérité, et il en trouve pour l'ordinaire les élémens dans l'objet lui-même. Spallanzani craint de n'avoir pas assez prouvé que la digestion est l'unique effet du suc gastrique, et qu'il n'y a aucun mouvement propre dans l'estomac pour le produire ; il découvre celui de divers animaux, qu'il avait fait

manger abondamment avant l'opération, et il y remarque le plus parfait repos. Dans des circonstances pareilles la constitution de l'objet peut découvrir la justesse des rapports imaginés pour éclairer l'effet qu'on analyse. On voit ainsi les rapports de l'air mis en mouvement avec l'oreille pour faire entendre le son, et ceux de la lumière avec l'œil, pour opérer la sensation de la vue. Reaumur ayant remarqué une coque d'un tissu serré composé de bandes alternativement blanches et brunes, quoique la soie de la chenille n'eût qu'une même filière et un même réservoir, imagina que cette diversité de couleur pouvait être occasionnée par la diversité de l'épaisseur du tissu; saisi de cette idée, il la chercha dans la nature; et il observa en ouvrant la coque, qu'elle paraissait brune à l'extérieur dans les endroits faits avec un réseau de soie blanche mince et transparent qui laissait appercevoir le fond de la coque et la chrysalide; tandis que la coque paraissait blanche dans les endroits fortifiés par des couches plus nombreuses qui devenaient ainsi plus opaques

et interceptaient la vue de ce qu'elles enveloppaient.

Enfin l'attention toujours ingénieuse emploie heureusement la violence pour déchirer les voiles qui lui cachent la vérité. Reaumur apprend le procédé des teignes pour allonger et élargir leurs fourreaux, en plaçant celles qui avaient des tuyaux faits aux dépens d'une étoffe blanche sur une étoffe rouge ; il vit alors que ces insectes allongeaient leurs habits par les deux bouts ; qu'ils les élargissaient en les fendant, et remplissaient cette fente avec des brins de laine colorés différemment que le reste du fourreau. Il obligea de même cette teigne à lui enseigner son métier en lui enlevant son habit, et en la forçant à en faire un neuf sous ses yeux. Bonnet pour rendre plus sensibles les vaisseaux des lobes dans les graines germantes, fit tremper celles des féves dans l'encre. Duhamel avait inutilement disséqué l'écorce des arbres, où le guy s'implantait pour en voir les racines ; il ramollit cette écorce par l'ébullition, et il parvint à en

détacher ainsi les racines et à suivre leur ramifications.

Cependant comme les avantages que l'observateur remporte sur la nature sont rarement complets, comme ils sont toujours difficiles à obtenir ; on aime lui voir employer les moyens les plus propres pour donner à ses observations toute l'évidence possible avec le moins de travail. Reaumur remarque avec raison que Puget a fait graver des figures peu vraies de la trompe du papillon, parce que celles qu'il avait observées étaient trop petites. Guettard pour connaître la constitution des polypites, observe sur-tout ceux qui ont été déjà anatomisés par la nature, parce que l'humidité qui a pénétré leurs parties les plus petites les a désunies et n'a laissé subsister que leur charpente, ce qui a fait remarquer le mystère de leur composition échappé aux loupes les plus fortes. Hérissant avait employé un moyen analogue pour découvrir la nature des os ; il les mit dans l'acide nitreux fort étendu d'eau ; après la dissolution des parties calcaires, il trouva le réseau animal dont les mailles

remplies par cette matière avaient formé l'os décomposé par cet acide.

Les obstacles eux-mêmes ne sont pas inutiles à l'observateur attentif ; ils peuvent lui fournir les moyens d'en triompher. Reaumur observait des nids de chenilles, où les œufs sont enveloppés de poils ; il se convainquit que les poils du nid et des œufs appartenaient au papillon velu avant de pondre, parce qu'il avait perdu ses poils après avoir pondu ; il voulut connaître ses manœuvres, mais il ne put y parvenir ; enfin il découvrit que cette opération se faisait pendant la nuit, il mit alors ces papillons pendant le jour à l'obscurité, et il leur vit pondre leurs œufs.

C'est ainsi qu'on doit épier les causes de l'inutilité des efforts faits dans diverses recherches importantes ; on s'était vainement occupé de l'ouïe des poissons ; Nollet sentit la difficulté de ce sujet, et il essaya sa solution par des moyens différens. Il chercha d'abord si l'on pouvait entendre dans l'eau, et si les poissons avaient l'or-

gane de l'ouïe, parce que sans ces deux conditions, l'ouïe est impossible; il se persuada que l'eau est un milieu où l'on peut entendre, et Camper a démontré l'organe de l'ouïe dans ces animaux; de sorte que cette question est pleinement résolue. Spallanzani voulait prouver qu'il y a des graines fécondes sans fécondation apparente; pour écarter tous les doutes, il éleva des plantes femelles de chanvre après avoir arraché toutes les plantes mâles et visité les plantes femelles qui pouvaient avoir des fleurs à étamines; il en plaça, quelque temps avant la fleuraison, dans des bouteilles de verre qui interceptaient toute communication avec l'air extérieur, et par conséquent avec les poussières qu'il aurait pu apporter. Il prouve la même vérité d'une autre manière, il sema des graines de chanvre produites par celles qui avaient mûri dans les bouteilles dont j'ai parlé; leurs plantes fleurirent un mois et demi avant celles de la campagne; et, comme il supprima les fleurs et les plantes mâles, les graines produites par ces plantes femelles furent rigoureusement développées, sans fécondation apparente, et elles furent encore fécondes.

Cette pénétration qui est toujours l'effet d'une connaissance approfondie de la nature et de l'attention forte qu'on donne aux objets étudiés, prévient des erreurs inévitables à des hommes moins instruits et moins attentifs. Reaumur raconte qu'un savant vit des teignes sur des plantes aquatiques, qu'il les apperçut flottant sur l'eau, et qu'il crut que ces insectes se nourrissaient de ces plantes; mais Reaumur le désabusa en lui montrant ces teignes enfoncées dans les épis du saule qui leur servaient de nourriture, changeant souvent de place sur leurs épis, et emportées par le vent qui les faisait tomber dans l'eau auprès de laquelle ces arbres étaient placés.

Cette sagacité assure l'observateur que ses découvertes sont complettes, parce qu'elle lui fait sentir les rapports de son explication avec le phénomène qu'elle dévoile. Reaumur observa les feuilles employées par les chenilles pour la construction de leurs retraites, il y remarqua les fils de soie qui tenaient la feuille roulée ; mais il comprit bien que ces fils, d'abord très-mols, ne pouvaient être

la cause du roulement, parce qu'ils ne pouvaient tenir la feuille assujettie, et ramener ses parties l'une vers l'autre; il découvrit aussi que le poids de la chenille agissait d'une manière puissante dans cette opération, et que la chenille rongeait les nervures qui s'opposaient à ses efforts.

En éclairant ainsi les objets qu'on étudie, la pénétration remarque les erreurs des autres observateurs, découvre leurs causes, et trouve les moyens de les prévenir : on pouvait croire que l'eau pure contenait de la terre, les expériences de quelques chimistes célèbres autorisaient cette idée. Lavoisier examine leurs opérations, et il démontre rigoureusement, que le résidu de leurs opérations était le produit de la dissolution d'une partie du flacon et de l'alambic de verre, dans lesquels cette eau avait été distillée.

La pénétration sert à tout; elle fournit souvent à l'observateur les objets de ses observations. Reaumur ne pouvait avoir aisément les pucerons et les gallinsectes qu'il observait; il s'apperçut que les fourmis étaient

friandes de la liqueur mielleuse évacuée par ces insectes; elles devinrent ses chiens de chasse, et lui servirent à découvrir la retraite des pucerons et des gallinsectes.

Les objets qui frappent les sens d'un observateur ne bornent pas ses idées; il s'élance dans la région des faits qu'il n'apperçoit pas; comme il sait que la nature suit les mêmes formules, le fait qu'il étudie, en explique pour lui d'autres qu'il n'étudiait pas encore. Les usages respiratoires des cornes observées à la queue des nymphes des vers à queues de rats, expliquent ceux des queues des autres nymphes semblables. Newton annonce que le diamant doit être mis dans la classe des corps combustibles, et l'on a démontré dernièrement que le charbon était un de ses principaux élémens.

Je suis bien éloigné d'avoir fait connaître les ressources de la pénétration; chaque observation présente un moyen particulier d'exercer la sagacité de l'observateur, dont les efforts et les procédés sont proportionnés à son génie, à son attention, à ses connaissances, et aux circonstances où il peut se trouver.

Digitized by Google

CHAPITRE VIII.

De l'exactitude nécessaire à l'observateur.

L'ATTENTION se manifeste par l'exactitude qu'elle inspire; comme elle fait remarquer tout ce qui frappe les sens, elle ne néglige aucun détail. Tel est au moins le but de l'observateur; il doit faire connaître la nature, la peindre avec ses nuances, la suivre dans ses modifications, représenter toutes ses variétés, épier tous ses effets, et s'assurer, par mille efforts, que c'est elle qu'il a vue, et qu'il a mise sous les yeux.

Il est vrai que les philosophes sont souvent séduits comme les autres hommes par les apparences; la facilité de se tromper, quand on observe négligemment, aurait dû leur faire redouter l'absurdité des jugemens produits par les mauvaises observations; mais ils jugent mal, en croyant bien juger; ou plutôt

ils interprêtent mal la nature qu'ils ont mal lue. Pendant dix-huit siècles on a regardé les coraux et les madrépores comme des plantes; il est vrai que Boccone, Swammerdam, Stenon, Rhedi, les crurent des pierres, mais ces naturalistes célèbres imaginèrent une erreur nouvelle. Marsigli pensa que ces productions étaient végétales, et il prétendit en avoir vu les fleurs. Reaumur y apperçut une espèce de fucus, de varec, ou de goesmon; mais Peyssonnel prouva que les coraux, les corallines et les madrépores étaient, comme les tuyaux d'orgue, les ouvrages des vers et d'autres insectes; il montra ces tuyaux appliqués les uns contre les autres; il décrivit les animaux qui les habitent; il remarqua que leur écorce brûlée donnait une odeur de poisson gâté, que leurs cendres contenaient les mêmes principes que celles des animaux. La découverte des polypes confirma ces observations, et Hérissant les démontra en faisant voir que les coraux comme les coquilles et les os, étaient composés de membranes dont le tissu cellulaire se remplissait d'une matière crétacée; il a prouvé de même que tous les tuyaux de

ces

ces polypes d'une même tige de corail étaient implantés les uns dans les autres, et sortaient tous du tuyau membraneux de la première mère.

La précipitation dans le jugement fut probablement l'effet de l'inexactitude dans l'observation; si l'on avait étudié les coraux avec attention; si on les avait suivis d'abord avec le scrupule de Trembley et les détails de Peyssonnel, ou de Hérissant; on aurait d'abord remarqué qu'ils ne pouvaient être regardés comme des pierres, puisqu'ils offraient une apparence d'organisation, quoiqu'ils fassent effervescence comme la pierre calcaire avec les acides, les os offrent le même phénomène; on ne pouvait d'ailleurs les prendre pour des végétaux, dont ils n'avaient ni la couleur ni la souplesse dans leurs nouvelles pousses, et dont les fleurs avaient un mouvement sans analogie avec toutes celles qui étaient connues; enfin des observations et des expériences dirigées de manière à pénétrer la nature de ces tubes et celles des êtres mobiles qu'ils renfermaient auraient fait trouver qu'ils se nourrissaient avec les animalcules

qu'ils attiraient dans leur bouche, et auraient fourni les démonstrations que j'ai rapportées. Ne peut-on pas dire que la foule des savans juge toujours trop avantageusement la tourbe des observateurs ?

Les sciences et les arts ont souvent perdu des découvertes importantes sur le point d'éclore, parce qu'on n'a pas profité des secours qu'on avait pour les faire. L'inexactitude de l'observateur peut enchaîner le génie, une seule idée de moins recule beaucoup les connaissances qu'on peut avoir sur un sujet; une seule idée de plus, fera parcourir une carrière immense; et cette idée de plus dépend souvent de l'exactitude des observations, et d'une circonstance qu'on sait appercevoir. On connaissait du temps d'Aristophane les verres brûlans; Sénéque parle d'une boule creuse de verre qui grossit les objets vus au travers, et il a fallu plus de mille ans avant d'avoir une loupe et des lunettes; il a fallu encore ajouter des siècles à ceux-ci avant de faire des lunettes d'approche et des microscopes, y joindre plusieurs années de méditation et de travail pour produire un télescope,

Digitized by Google

et attendre encore après cela long-temps les lunettes achromatiques. La théorie de la lumière et de la vision aurait transporté Aristophane dans le dix-huitième siècle. Van Helmont, Hales avaient tenu dans leurs mains l'acide carbonique, les gaz hydrogène, azote et nitreux ; mais sans le génie de Preistley et de Lavoisier cette science manquerait. Presque tous les physiciens avaient vu de nos jours le charbon allumé, les fers rouges plongés dans l'eau, fournir du gaz hydrogène, on fit mille spéculations sur cette production; Laplace et Lavoisier remarquent l'oxidation du fer, et ils s'élèvent à l'idée sublime de la décomposition de l'eau, qu'ils ont démontrée en établissant, par les expériences les plus belles, qu'elle était formée d'oxigène et d'hydrogène.

L'attention de l'observateur peut l'arracher ainsi aux spéculations hasardées de l'imagination : quand on suit avec exactitude l'histoire d'un objet sous toutes ses formes et ses rapports, on n'a pas besoin de lui rêver une existence particulière. Pourrait-on raisonner solidement sur la nature de l'air,

en sachant seulement qu'il est élastique ? Reaumur, pour montrer que les pelottes trouvées aux jambes postérieures des abeilles ne sont pas de la cire, prouve qu'elles n'ont pas les propriétés de cette substance, que le feu les change en charbon sans les faire couler, qu'elles se précipitent au fond de l'eau, tandis que la cire surnage; et qu'en ouvrant les intestins d'une abeille fraîchement tuée, on trouve celle-ci avec une partie des grains qui forment les poussières des étamines.

La nature, si variée par ses productions, se fait remarquer aussi par leurs ressemblances, qui deviendraient une source d'erreurs, si l'on n'avait pas l'attention nécessaire pour saisir les différences caractéristiques qu'elle a sçu y mettre. La mouche du ver des oignons de Narcisse ressemble au bourdon par son corps, son corcelet, la couleur de ses poils; mais Reaumur s'apperçut bientôt que cette mouche n'avait que deux aîles, et que ses antennes étaient à palettes.

Cette exactitude peut seule faire la base

d'une bonne histoire de la nature, parce qu'elle atteste la ressemblance complète des objets avec leur description; mais si le phénomène observé est inconnu, s'il est singulier, comment pourrait-on s'assurer, sans cette exactitude, qu'il n'a rien de contraire aux lois de la nature? et s'il est ordinaire, comment saurait-on qu'il est l'effet d'un autre phénomène avec lequel il n'a aucun rapport apparent? Il faut avoir vu le ver du cousin vivant dans l'eau et se changeant en nymphe, pour croire que le cousin qui voltige dans l'air est le développement de ce singulier insecte.

En suivant ainsi un objet dans tous ses détails, et en les fixant avec attention, il est possible d'acquérir des idées solides sur sa nature, et de saisir tous ses rapports. Tel est Hypocrate dans la description des épidémies; ses observations s'étendent au sexe, à l'âge, au tempérament; il marque la différence des professions, des alimens, des mœurs; il fait connaître la nature de l'air; il peint même la couleur des yeux, des cheveux et de la peau.

Cette exactitude scrupuleuse peut seule dévoiler la nature; mais quand elle ne procurerait pas toujours cet avantage, elle initierait sûrement dans le grand art d'observer, et fournirait des ressources pour s'instruire sur les objets intéressans. Un fait bien vu est une connaissance précieuse; il y en a peu qui soient connus dans tous leurs détails : il y a, par exemple, plusieurs cas où il faudrait connaître les circonstances météorologiques d'un mois, d'un jour; c'est ainsi que ces tables météorologiques, qui me paraissent à présent si peu utiles, pourraient servir une fois les physiciens et les naturalistes, en leur fournissant les bases de quelque théorie générale qui rendra raison d'une foule de phénomènes.

Mais comment acquérir cette exactitude? Je ne connais qu'une méthode rigoureuse qui puisse l'inspirer, la faciliter et la diriger. Si l'on n'est pas soutenu par elle, on peut errer long-temps autour des objets, sans pouvoir arriver jusques à eux. Pour analyser un effet, il faut remonter à son origine, le suivre dans son développement, détailler

ses parties, chercher ses rapports, s'assurer de toutes les particularités de son histoire; de cette manière, on ne verra pas deux êtres différens dans le même, parce qu'ils auraient quelques différences, et l'on ne confondra pas deux êtres différens qui auraient quelques ressemblances. Adanson remarque des coquilles qui ont, dans leur jeunesse, une figure qui change dans leur vieillesse; la bouche ou l'ouverture des pourpres en est tranchante, mince et sans dents lorsqu'elles sont jeunes; au lieu que, dans leur vieillesse, elle est épaisse, dentelée, et bordée d'un large bourrelet. La différence des sexes occasionne souvent de grandes différences dans les formes; les femelles, parmi les insectes, sont, pour l'ordinaire, plus grosses que le mâle; elles sont plus courageuses parmi les oiseaux de proie. On croirait difficilement que cette masse lourde, fongueuse et immobile qu'offre une galle, soit la femelle d'une mouche très-vive, si on ne les avait pas vu souvent accouplés.

Si l'on considère cette exactitude relativement à l'observateur; on le verra résolu à

ne rien négliger d'important, préparé à observer avec rigueur, disposant un plan sévère de recherches. C'est Trembley qui n'étudie ses polypes qu'après des méditations profondes, et qui, avant d'observer, s'est tracé la route qu'il veut suivre. Si l'on considère ensuite cette exactitude relativement aux moyens employés par l'observateur, il s'assurera de la perfection de ses instrumens, et il cherchera la manière de se mettre à l'abri de leurs illusions et de leurs erreurs; ses thermomètres seront parfaits, leurs boules seront égales; s'il éprouve la chaleur d'un fluide, il les y plongera à la même profondeur; mais cette précaution est sur-tout nécessaire pour la construction de ces instrumens: si l'on considère enfin cette exactitude relativement à l'objet observé, pour en étudier toutes les parties dans toutes les circonstances avec tous leurs rapports; elle consiste presque autant dans la répétition des observations, pour s'assurer qu'on a bien vu, que dans une attention scrupuleuse à ne négliger aucune partie, et sur-tout celles qui sont essentielles.

L'observateur attentif ne se borne pas à des connaissances générales ; il recherche encore tous les phénomènes particuliers que les objets dont il s'occupe peuvent lui offrir. Trembley observait la contraction des bras du polype ; il cherchait, si le même attouchement qui force le corps du polype, à se contracter produit le même effet sur les bras ; il examine ensuite, si ces bras ne se contractent pas spontanément pour opérer leurs manœuvres ; s'il n'y a pas une proportion entre la contraction des bras et celle du corps ; si la contraction du corps entraîne celle des bras, ou si le corps et les bras peuvent se contracter séparément. Le même observateur qui est un modèle d'exactitude distingue les plis qu'on remarque sur les polypes des anneaux qu'on observe sur les insectes, quoiqu'il fût très-facile de prendre les uns pour les autres.

L'observation d'un effet est le trait d'une histoire qui n'en fait pas toujours connaître la cause ; c'est sans doute quelque chose de suivre les modifications d'un effet, mais il importe de savoir comment elles se prépa-

rent, comment elles s'annoncent, comment elles se produisent : on voudrait en scruter les causes, les faire agir, ou les suspendre à son gré. La plupart des agriculteurs se plaignent de la rouille des bleds : Fontana a décrit le premier l'état des plantes attaquées de cette maladie; il a montré les clavaires microscopiques qui étaient la cause de ce mal; mais il n'est parvenu à cette connaissance que par une analyse suivie des effets qu'elle produit, et qu'on avait attribués à mille causes sans aucun rapport avec eux.

Si l'exactitude se manifeste d'une manière différente, suivant les circonstances, elle se propose toujours le but de faire connaître parfaitement les objets auxquels elle s'applique; elle cherche à réunir toutes les idées qu'ils peuvent produire, tous les rapports qu'ils peuvent avoir, soit avec les êtres qui les environnent, soit avec le phénomène général : aussi l'observateur exact ne se contente pas d'étudier la nature dans son cabinet, où l'on voit les êtres qui la composent séparés de tout ce qui peut les animer; mais après avoir analysé froidement les or-

ganes, l'action, les traits particuliers des êtres observés, il les rend à leur état naturel; il descend dans les mines, il pénètre dans les eaux, il brave l'ardeur des cratères, il s'élève dans les airs, il s'attache à la surface de la terre, il s'enfonce dans les bois, il demande par-tout les monuments de l'histoire qu'il médite. Trembley observait chez lui les polypes, mais il étudiait leurs mœurs et leurs habitudes dans les étangs où ils naissaient, et il avoue que cette manière avait éclairé quelques-uns des faits qu'il apperçut ensuite. Quand Newton eut médité les observations de Galilée sur la chûte des corps, il chercha si la lune suivait dans sa chûte les mêmes loix que les corps qui tombent sur la terre; il fit la même question aux autres planètes, et il eut les mêmes réponses; il vit toujours les loix de la gravitation régler l'ordre des mondes, comme nos pendules astronomiques; il découvrit leurs modifications sur la terre, l'augmentation de leur énergie sous les poles, sa diminution sous l'équateur, son altération dans le voisinage des grandes montagnes. Voilà comment l'exactitude philosophique, jamais

minucieuse dans ses détails, toujours accommodée à la sublimité de la nature établit avec solidité les vérités les plus importantes.

L'attention de l'observateur procède de la même manière dans la recherche des phénomènes qui paraissent les moins considérables; il n'y a rien de grand ou de petit dans les causes qui remplissent tout leur effet et dans l'effet qu'elles produisent quand il est complet; mais, comme tout est lié dans l'univers, tout doit y avoir une influence plus ou moins importante suivant l'état particulier et l'action naturelle de chaque individu, qu'il faut absolument connaître. L'eau bout plus vîte sur les montagnes que dans la plaine, parce qu'elle y est moins comprimée. L'humidité ou la sécheresse, le voisinage des mines, la nature des eaux, l'espèce des exhalaisons, la différence des saisons, la direction et la force des vents produisent des effets manifestes sur plusieurs êtres qu'on observe; mais rien ne peut être indifférent à l'observateur philosophe, parce qu'il veut

arriver à la vérité et qu'il ne peut l'obtenir que par cette rigoureuse exactitude.

Enfin l'attention complète les fruits de l'exactitude en prévenant toutes les causes d'erreurs qui pourraient naître, ou de l'objet, ou des sens, ou des instrumens; l'objet peut être altéré par quelques circonstances particulières, sur-tout s'il est sorti de son état naturel; l'observateur s'assurera, si l'animal qu'il observe est sain, s'il a toute sa perfection; on sait que quelques oiseaux, comme le coq-d'inde, ont la tête différente pour la couleur et la parure dans leur enfance et leur jeunesse. Les cerfs, les daims qui viennent de naître ne ressemblent point aux cerfs et aux daims adultes. On verrait deux insectes bien différens, si l'on faisait la description d'une nymphe d'après celle de son ver; si l'on décrivait certains oiseaux avant la première mue, on ne les reconnaitrait pas quand ils auraient mué.

L'observateur exact trouvera facilement les moyens pour abréger ses opérations et les faire réussir; prévenu sur les erreurs

qu'il peut craindre, il est en garde contre tout ce qui pourrait le tromper, et sachant précisément ce qu'il doit observer, il s'y prépare de la manière la plus avantageuse. On n'observe pas un corps opaque sous le microscope comme un corps transparent, ni un être qui se meut comme celui qui est en repos.

Quand on suit avec attention toutes les parties d'un phénomène, on est en garde contre les illusions des sens, et les dénominations bisares des naturalistes. Guettard parle d'une masse de polypes appellée *Favagite*, parce qu'elle ressemblait au gâteau d'une ruche : les apparences sont cependant trompeuses, si ce morceau *d'astroïtes* est composé de tuyaux qui ont perdu leurs lames ; s'ils ont la couleur jaunâtre d'un gâteau : l'observateur attentif n'est point séduit par ces apparences ; il peut remarquer pour l'ordinaire les lames des tuyaux, il voit d'abord que leurs fonds ne sont pas terminés par trois rhombes ; enfin il comprend que ces cellules se pourriraient en terre, et qu'il n'y a que les parties dures des animaux qui se pétrifient communément.

Cette exactitude est sur-tout nécessaire dans l'observation des objets nouveaux; tout ce qui les concerne doit être étudié avec le même soin; il n'y a aucune raison pour en négliger quelques-unes, puisqu'on ignore celles qui sont les plus importantes à connaître. Reaumur après avoir fait sortir la tarière de la cigale hors de son étui, et compté les dents dont elle est armée, semblait avoir fini cette observation; mais cet instrument si fin, qui paraît d'abord si solide, ne le trompa pas, il observa avec une loupe une fente légère qui règne de haut en bas; il écarta avec adresse ces deux pièces et il en apperçut une troisième cachée par elle, comme dans un étui; celle-ci servait de support aux deux premières qui étaient de vraies scies.

Toutes les observations n'exigent pas cependant la même exactitude; les objets qui tombent sous les sens, ou qui sont en proportion avec eux sont pour l'ordinaire bien connus, quand les sens les ont étudiés avec attention; mais il n'en est pas de même, quand la petitesse ou l'éloignement de leurs objets exposent l'observateur à

perdre une circonstance utile, ou à être trompé par une apparence séduisante. Il serait inutile d'observer les mouvemens de *l'Hedysarum gyrans* avec les mêmes soins que Bradley employa pour découvrir l'aberration de la lumière.

On ne peut guères estimer le degré de l'exactitude que l'observateur doit mettre dans ses observations; elle doit être proportionnelle à l'importance de ses recherches, aux difficultés qu'il éprouve, dirai-je, à sa pénétration et à ses connaissances; parce que ces aides facilitent les observations et font voir d'abord ce qu'on ne verrait pas sans eux; mais en général l'observateur est inexact, s'il n'acquiert pas une connaissance complète de son sujet; s'il n'en développe pas toutes les parties qu'il peut atteindre; s'il ne rend pas compte de tous les effets; s'il ne dissipe pas tous les nuages. Gersten aurait dû sentir l'imperfection de ses observations, pour prouver que la rosée était souvent ascendante. Il mit une cloche de verre sur un pied d'ortie, et il trouva le lendemain les feuilles de la plante, et l'intérieur de la cloche couverts d'humidité; il conclut alors que cette humi-

dité

dité était le produit de la rosée, quoiqu'elle pût être celui de l'évaporation de la plante ou un dépôt de l'air renfermé sous la cloche ou une exhalaison de la terre. Dufay plus exact plaça à quatre heures après midi des carreaux de verre à diverses hauteurs du sol; de manière qu'ils ne se recouvraient pas réciproquement. Il plaça de même sur le terrain un carreau de verre et à 9,7 mètres ou 30 pieds d'élévation une cloche de verre dont l'ouverture était tournée vers le Ciel; ayant alors vu dans tous les cas que les parties inférieures des carreaux et de la cloche étaient seuls couverts de rosée, et que les carreaux de verre les plus proches de la terre avaient été les premiers mouillés et annonçaient plus d'humidité que les autres, il conclut plus rigoureusement, parce qu'il avait observé avec plus d'exactitude que la rosée était ascendante.

CHAPITRE IX.

Des précautions utiles à l'observateur.

On connaît la philosophie de l'observateur par les moyens qu'il emploie pour perfectionner et faciliter ses observations, comme par ses précautions pour assurer leur solidité. Les erreurs seraient si dangereuses pour lui et si fatales à ceux qui lui donneraient leur confiance par les préjugés qu'elles feraient naître, et les obstacles qu'elles mettraient aux progrès de la science ; qu'il doit réunir toutes ses forces pour les prévenir. Une observation peut être regardée comme douteuse lorsqu'elle laisse des objections solides sans réponses. Bonnet donne dans son *Traité d'Insectologie* un modèle de la défiance de l'observateur pour lui-même et de la rigueur des preuves qu'il doit fournir de son exactitude. Pour établir la génération des pucerons sans accouplement, il isola successivement au moment de

leur naissance les petits nés de mères vierges jusques à la neuvième génération. Maraldi fit périr toutes les abeilles d'une ruche pour montrer qu'il n'y avait que trois ou quatre reines. L'observation de Bonnet dura pendant trois mois, il la suivit pendant le jour et même pendant la nuit.

Le nombre des précautions pour éviter l'erreur dans les observations est immense, il varie suivant les objets observés et leurs circonstances; aussi le choix en est difficile et l'usage embarrassant; le génie résoudra toujours bien ces difficultés. J'ai déjà indiqué plusieurs précautions de ce genre dans les chapitres précédens; mais afin de rendre plus remarquables celles qu'on doit leur joindre, je les réduis sous quelques chefs particuliers en me bornant à celles qui n'ont pu être placées dans les chapitres suivans; je les considérerai relativement à l'observateur, à ses moyens, et à l'objet observé. Il y a quelques-unes de ces idées qui auraient pu entrer dans la première partie, mais comme elles sont relatives à l'observateur qui est sur le point d'observer, j'ai préféré de les mettre

dans ce chapitre qu'une bonne logique semblait leur assigner plus naturellement.

Pour bien observer il faudrait être toujours préparé aux observations qu'on doit faire ; soit afin de rassembler les moyens de les rendre plus faciles, ou de leur donner plus d'étendue ; soit afin de les continuer dans toutes les circonstances, et malgré tous les obstacles ; soit afin d'assurer les observations elles-mêmes, et d'en tirer toutes les conséquences. Cassini donnait aux astronomes un conseil qui devrait être suivi par tous les observateurs ; il veut qu'on se prépare la veille aux observations importantes, pour prévenir les obstacles que feraient naître les défauts des instrumens, la situation de l'astre et l'incommodité du lieu. Bonnet raconte qu'il ignora long-tems la cause des bulles d'air, que la chaleur faisait élever sur les rameaux et les feuilles de vigne, qu'il plaçait dans l'eau ; mais il remarqua qu'il avait négligé de chasser avec soin l'air adhérent à l'extérieur des rameaux ou des feuilles, de même que celui qui était appliqué aux parois du vase ; aussi après ces

précautions la quantité de l'air produit fut plus petite : mais Bonnet se trompa encore par précipitation, il ne remarqua pas que cet air ne paraissait que lorsque le soleil éclairait les feuilles exposées à son action sous l'eau de source, et que cet air n'était point adhérent aux feuilles, mais qu'il s'élaborait dans leur parenchyme, et qu'il en sortait quand la lumière dégageait l'oxygène de l'acide carbonique porté par l'eau dans la plante. Cet exemple est bien propre à persuader que le chemin qui conduit directement à la vérité n'est pas toujours le premier qu'on prend, lors même qu'il semble d'abord s'offrir à nos regards.

Je me suis toujours bien trouvé de former à l'avance le plan de mes observations ; en analysant mon sujet, je remarquais ce qu'il me convenait d'étudier relativement à mon but ; souvent il me venait alors des idées que je n'aurais pas eues en observant, parce que j'aurais été trop occupé de l'objet présent pour remarquer des rapports moins immédiats. Cette manière de procéder donne une histoire présumée des êtres qu'on étudie,

et fait chercher les fondemens des idées qu'on peut avoir. Quand on observe sans préparation, l'on ne voit rigoureusement que ce qui frappe les sens, on ne perce pas l'écorce des objets, et tout ce qu'elle recouvre reste caché aux yeux les plus clairvoyans. On n'est point forcé de suivre ce plan avec rigueur, il peut être ensuite dérangé par les observations elles-mêmes; en examinant le coin d'un sujet qu'on avait seulement entrevu, on y trouve pour l'ordinaire la matière de plusieurs observations indispensables; on y découvre souvent des doutes sur ce qu'on a vu, sur ce qu'on soupçonne; et ces doutes produisent à leur tour de nouvelles observations qui fournissent de nouvelles recherches. Enfin cette méthode soulage l'attention et la mémoire; en morcelant l'objet qui les occupe, on considère séparément chacune de ses parties et on l'étudie à l'aise avec tous ses détails.

Je l'ai déjà remarqué en faisant ainsi un plan d'observations, il faut compter sur une multitude de faits inattendus, qui échapperaient sûrement à l'observateur résolu de voir

dans l'objet qu'il étudie, seulement ce qu'il y cherche; la nature n'est pas soumise aux spéculations du cerveau, et elle n'est point bornée aux effets qu'on y devine. Hérissant tenait en macération dans l'eau plusieurs côtes d'un cadavre, il vide le baquet qui les contenait, et il y trouve un grand nombre de lames blanchâtres, ovales, un peu plus épaisses par un bout que par l'autre : il en fut surpris, parce qu'il n'avait rien mis macérer qui ressemblât à ces lames; mais, en les observant, elles lui parurent cartilagineuses, et il reconnut bientôt leur origine ; ensuite il observa diverses fentes circulaires dans un morceau du cartilage des côtes du baquet; alors cette division naturelle lui fit soupçonner que les cartilages des côtes étaient formés de lames superposées; ce qui leur facilitait le moyen de se prêter aux mouvemens de la poitrine, et de reprendre leur première forme après avoir été courbées. Spallanzani s'attendait toujours à ses heureuses rencontres ; quand il pêchait dans la mer, il recueillait avec soin et mettait dans des vases pleins d'eau de mer tout ce qui s'attachait aux filets, ce

qui lui fit découvrir plusieurs animaux marins qu'il n'aurait pas pu voir autrement.

En observant sans préparation, on ne voit, pour l'ordinaire, que ce qui frappe le plus les sens, et ce n'est pas toujours ce qu'il y a de plus important : une foule de faits qui se présentent d'eux-mêmes, et qu'on néglige, soit parce qu'on les croit inutiles, soit parce qu'on n'a pas des idées nécessaires pour les juger, renferme cependant quelquefois les solutions qu'on aurait vainement cherchées ailleurs. Pythagore trouva les principes de la musique dans l'inégalité des sons produits par plusieurs forgerons frappant ensemble sur une enclume. Archimède découvrit les principes de l'hydrostatique dans le déplacement de l'eau que son corps produisait en entrant dans le bain. Le mouvement des lampes suspendues à la voute d'une église, fit trouver le pendule à Galilée, et lui apprit son isochronisme : cependant tous les hommes avaient entendu des forgerons frappant sur une enclume, une foule d'hommes étaient entrés dans le bain, avaient vu osciller des corps suspendus à un fil; mais

aucun d'eux n'avait eu le génie nécessaire pour s'emparer des grandes vérités que ces phénomènes leur offraient.

Hippocrate, le père des observateurs philosophes, avait bien senti que la vie était courte, et que l'art était aussi long à apprendre qu'à pratiquer; en le répétant aux observateurs, il a voulu leur faire sentir, non-seulement la nécessité d'employer tous leurs momens à l'étude de la nature, mais encore celle d'en économiser les instans dans leurs recherches. Spallanzani comprit l'importance de cet avis; voulant faire des observations sur les ovaires des plantes et leur fécondation, il fallait qu'il comparât des ovaires du même individu dans des circonstances différentes; il choisit, pour cela, le genet d'Espagne, où l'on trouve, dans le même temps, des fleurs dans leurs étuis, d'autres qui éclosent, et d'autres qui tombent; il réunit par ce moyen, dans un intervalle de temps très-petit, toutes les nuances intermédiaires entre le bouton qui pointe hors du rameau, et la fleur qui se sèche; c'est ainsi qu'il put étudier la fleur

vingt jours avant son épanouissement et sa fécondation, la suivre dans ses progrès, et s'assurer que la graine fécondée était bien celle qu'il avait vue vingt jours avant que sa fécondation fût possible ; mais cette ressource ingénieuse ne pouvait servir au même but dans des recherches semblables sur les animaux ; il faut alors suivre la méthode de Haller, qui, après avoir démontré que la membrane qui enveloppe le jaune dans l'œuf, était celle qui recouvre l'intestin grêle du poulet, rassembla plusieurs œufs qu'il fit couver, et montra successivement cette liaison dans les œufs qui n'avaient qu'un jour d'incubation, comme dans tous les autres, jusqu'à ceux, où le jaune disparaît et se renferme dans le corps du poulet. Il faut pourtant reconnaître que cette méthode est la même que celle de Spallanzani, avec les modifications que devait nécessairement produire la différence des objets observés.

Il est souvent utile de varier ses méthodes dans les mêmes recherches ; ce qu'on ne trouve pas d'une façon, se trouve souvent d'une autre ; on courrait souvent risque

de perdre la vérité, si l'on renonçait à la chercher, quand les premiers moyens employés ont été insuffisans pour la découvrir. Tous les naturalistes avaient vainement tenté d'être les témoins de l'accouplement de la reine abeille dans la ruche, et sous des poudriers; mais aucun d'eux n'avait imaginé qu'il pût se passer dans l'air. Huber s'en est apperçu, et il en a démontré la réalité par des preuves qui ne permettent pas même le doute.

Dans toutes les observations, il y a un maximum de précision qu'il faut saisir pour éviter des recherches inutiles quand on a pu l'atteindre, ou pour faire de nouveaux efforts lorsqu'on n'y est pas parvenu. Si l'on pèse quelque chose dans une balance, le maximum d'exactitude ne se trouve ni dans les plus petites ni dans les plus grandes. En pesant dans une balance portant une livre, on peut espérer de trouver 3,32 milligrammes, ou $\frac{1}{12}$ de grain, mais il n'est pas sûr qu'on fit trébucher une balance qui peserait 4891,460 kilogrammes ou 10 milliers avec un poids qui offrirait la même proportion.

Il ne faut jamais oublier que l'erreur assiège l'observateur, et qu'il doit toujours s'armer contr'elle. Plusieurs anatomistes ont prétendu avoir trouvé du sang dans le péricarde; mais Lieutaud croit que ceux qui l'affirment ont été trompés comme lui par un accident dont il découvrit la cause dans une piqûre faite par son scalpel en ouvrant la poitrine. On a cru que le sang, dans le fœtus, passait par diverses nuances avant de prendre la couleur rouge, qu'il était alors rouge et d'un jaune plus ou moins foncé; mais Spallanzani assure, dans son ouvrage sur les *Phénomènes de la circulation*, qu'il a vu ces trois couleurs ensemble dans le fœtus des poulets, pendant les premiers jours de l'incubation, et il croit que cette différence dans les couleurs est produite par la différente épaisseur des membranes des vaisseaux, au travers desquelles on voit le sang.

On est souvent exposé, dans les observations, à mille dérangemens qui peuvent anéantir un long travail; l'observateur doit faire tous ses efforts pour les prévenir, sans s'exposer à d'autres inconvéniens. Reaumur

loue Basin sur son choix des pucerons, pour établir la génération de ces insectes sans accouplement; celui-ci avait employé ceux du pavot, dont le développement complet est fini quatre jours plus tôt que celui des pucerons du fusain, observés par Bonnet. C'est quelque chose, ajoute ce grand observateur, d'épargner quatre jours aux soins et à l'impatience d'un naturaliste, et de les retrancher sur ceux où la vie d'un insecte est exposée à mille risques.

Ces précautions s'étendront de même aux instrumens. Cassini, dans ses observations sur la réfraction, voulait déterminer si elle variait suivant la température de l'air; mais il craignait l'influence de ces variations sur l'instrument même, qui pouvait changer la disposition intérieure du tube, celle de l'objectif, et sur-tout des fils qui se croisent à angles droits; les variations qu'il éprouva ne purent être l'effet de cette cause, qui semble trop petite; cependant avant la découverte de l'aberration de la lumière, on ne savait à quoi attribuer les différences dans les hauteurs de certaines étoiles; c'est pour

cela qu'on les soupçonna occasionnées par d'autres erreurs de l'observation, et qu'on a ignoré long-temps la cause d'un phénomène si singulier; aussi je ne comprends pas comment Cassini ne remarqua point que les variations observées n'étaient point proportionnelles à la température, et comment il ne chercha pas à s'assurer de cette vérité par des expériences; en échauffant ou refroidissant considérablement le tube de sa lunette; il aurait éprouvé des changemens qui ne lui auraient laissé aucun doute sur l'influence que la chaleur ou le froid pouvait avoir produite.

Les instrumens, en changeant les effets, empêchent quelquefois de distinguer ceux qu'on cherche, de ceux qui se combinent avec eux. Hales, pour établir la transpiration des plantes, introduisait un rameau dans une cornue dont il fermait l'ouverture, mais ce rameau trempait souvent dans la liqueur transpirée, qui pouvait se colorer et être repompée; la chaleur du soleil devait la vaporiser, et cette vapeur pouvait diminuer la transpiration des feuilles, ce qui rendait

les résultats peu exacts. Guettard, pour prévenir ces inconvéniens, emploie un ballon à trois becs, il introduisit le rameau par le col, et il en ferma l'ouverture de même que celle du bec opposé; mais le bec tourné en bas entrait dans une bouteille où l'eau évaporée par les feuilles, coulait; c'est ainsi que Guettard découvrit qu'un rameau évaporait, pour l'ordinaire, une quantité d'eau presque double de son poids, et que le plus grand nombre des plantes dépensait, pour l'ordinaire, pendant le jour, un poids d'eau égal au leur.

Enfin, il y a des erreurs dépendantes des instrumens, que l'expérience seule peut apprendre à corriger. Quand on observe la hauteur d'un astre avec un quart de cercle portant un micromètre, on suppose que le fil est, avec l'œil, dans un plan parallèle à l'horizon, et qu'il est indifférent, pour déterminer la hauteur, de considérer l'astre au milieu, ou aux extrémités du champ de la lunette; mais cela n'est vrai qu'à-peu-près. Lalande a donné des tables pour corriger cette erreur; ce qui fait connaître, au moins.

combien il importe de remarquer tout ce qui influe sur les observations.

La nature des objets observés indique souvent les précautions nécessaires pour les observer comme il faut. Godaert a peint comme rase une chenille hérissée de poils blancs, mais ils lui échappèrent parce qu'il ne plaça pas la chenille sur un fond convenable pour les appercevoir. Si l'on pèse des corps spongieux dans une balance hydrostatique, il faut éviter leur séjour dans l'eau pour éviter le changement de leurs volumes, qui varierait les résultats.

Il est toujours important de connaître les rapports des objets, avant de prononcer sur leur nature. Duhamel, ayant coupé un anneau d'écorce, pour savoir si la matière mucilagineuse qui sort de l'aubier est un mucilage ou le tissu cellulaire dilaté et rempli de séve, couvrit la plaie d'un anneau de verre, scellé à l'arbre dans sa partie inférieure, et il y versa de l'eau qui aurait dissous le mucilage; mais cette substance ne souffrit aucune altération, et forma l'écorce.

corce. Si les injections et les microscopes n'avaient pas prouvé que l'humeur vitrée et la glaire de l'œuf étaient organisées, on aurait pu les prendre pour des sucs épaissis comme la matière qui remplit les vaisseaux propres de l'écorce des arbres : c'est ainsi que Spallanzani a fait voir par l'ébullition que le fluide contenu dans les petites graines trouvées à la base des pistils non fécondés était organisé, parce qu'il s'épaissit, et qu'il dévoile sous le microscope toutes les parties des graines.

Enfin, on peut encore se tromper sur la nature des objets qu'on rencontre, quand on ne fait pas attention aux lieux où on les trouve. Terzi voyageait dans les monts Euganéens, il trouve, près de l'église de Valzanzibio, des morceaux errans de verre, qu'il prit pour des verres volcaniques, quoiqu'ils fussent seulement sur le chemin, et qu'ils n'adhérassent pas à des masses considérables, ce qui parut fort étonnant à Spallanzani; mais celui-ci découvrit, par ses informations, que ces verres avaient été apportés là par quelques bergers qui les

avaient trouvés dans les scories des fourneaux de Murano, près de Venise : cependant, sans cette découverte, et la ressemblance rigoureuse de ces émaux avec ceux de Murano, on les aurait soupçonnés des produits volcaniques, dont il est impossible d'appercevoir aucun autre vestige.

Les précautions de l'observateur doivent varier encore suivant ses vues. Swammerdam n'observait pas le cœur de l'escargot, comme l'escargot lui-même; il n'aurait pu les éclairer de la même manière, ni les voir avec les mêmes verres. Bonnet choisissait les feuilles qu'il étudiait d'une grandeur proportionnée à ses poudriers pleins d'eau, en préférant celles qui avaient la plus grande étendue, parce qu'il craignait de mouiller leurs bords communs aux deux surfaces; il les rendait ainsi plus propres à démontrer la faculté de la surface inférieure pour sucer l'eau.

Le petit nombre d'exemples que je viens de donner, suffit pour montrer la variété des précautions qu'on peut et qu'on doit prendre en observant; il serait impossible

de les indiquer toutes, parce qu'elles varient suivant les observations et les moyens qu'on emploie pour les faire; mais je voulais montrer qu'on ne devait point les négliger, parce qu'on courrait toujours autrement le risque de se tromper.

CHAPITRE X.

De l'importance de répéter les observations.

L'OBSERVATEUR le plus attentif est sujet à des distractions qui ne lui permettent pas toujours de bien voir ce qui se présente à ses sens ; il doit répéter ses observations pour s'assurer qu'elles sont bonnes, et qu'il n'a rien négligé d'essentiel en les faisant. Quand on s'occupe d'un fait nouveau, une seule observation fait soupçonner une découverte, il en faut un grand nombre pour annoncer une vérité. On doit cependant éviter d'abord de varier les observations, parce qu'une observation variée devient une observation nouvelle, qui aurait besoin de répétition pour être crue. La conformité des résultats obtenus par des voies différentes est sans doute une espèce de démonstration, cependant comme

elle ne saurait être toujours exacte, il vaut mieux établir une règle sans exception et s'imposer la loi de répéter les observations qu'on peut faire.

Il doit sembler d'abord qu'en répétant une observation, on se donne une peine inutile; mais, n'est ce rien de s'assurer qu'on a bien vu, que le fait observé est tel qu'on le peint, que tous ceux qui l'observeront le verront de la même manière ? d'ailleurs les observations répétées ne sont jamais rigoureusement semblables. Enfin en répétant une observation, il est possible d'avoir des idées qu'on n'avait pas eues d'abord en la faisant la première fois, soit pour la perfectionner, soit pour en imaginer de nouvelles, soit pour s'en servir avec plus de fruit, ou pour en tirer des conséquences plus lumineuses.

Les observations répétées ne peuvent être faites dans le même temps et par conséquent dans les mêmes circonstances; ces différences peuvent fournir quelques anecdotes de l'histoire de l'objet observé, qui seraient peut-être restées ignorées sans cette répéti-

tion. Pour connaître le temps de l'évaporation de l'esprit de vin à siccité, il ne suffirait pas d'avoir remarqué les loix de cette évaporation dans les momens, où elle commence ; elle suit une loi bien différente, quand elle approche de sa fin ; elle devient alors beaucoup plus lente.

Une ou deux observations ne peuvent persuader à l'observateur, qu'il a prévu toutes les illusions des sens, qu'il a vaincu tous les obstacles, et dissipé tous les nuages ; peut-on se flatter d'avoir jamais vu son sujet de tous les côtés, et d'en avoir une idée exacte ? Needham avait soumis à l'action du feu un petit morceau de viande, qu'il fit ensuite infuser dans l'eau ; il y remarqua des animalcules au bout de quatre jours. Spallanzani répéta cette observation qui lui réussit comme à Needham, mais en la répétant, il apperçut le danger de se fier trop légérement aux premières apparences : il fit vingt-cinq infusions avec des viandes nouvellement rôties, une seule lui fournit des animalcules.

Si la nature se dévoilait d'abord aux yeux de ceux qui l'observent, il serait inutile de la persécuter par de nouvelles observations; mais, quand on voit les observations des plus grands hommes contredites ou perfectionnées par leurs successeurs, on sent mieux la nécessité de répéter ses propres découvertes, pour les rendre plus complètes. Les observations fines et ingénieuses de Reaumur sur la digestion et les abeilles sont bien éloignées de représenter celles de Spallanzani et d'Huber sur ces sujets. Les premières renferment des découvertes précieuses, des vues originales; les secondes démontrent ce qui etait découvert, étendent ce qu'on avait remarqué, et offrent mille faits qui n'avaient pas été apperçus. En général on peut dire qu'une observation est imparfaite, quand elle a été faite un petit nombre de fois. La première vue d'un objet occupe trop l'ame pour en saisir tous les détails; on y découvre peut-être d'abord ce qu'il a de plus frappant, et l'on n'apperçoit pas le reste; mais, quand on l'a observé fréquemment, les sens ne s'arrêtent plus à en étudier les grandes masses;

ils cherchent dans les détails de nouveaux élémens à leur curiosité. Lorsque Trembley se fut assuré que les polypes étaient des animaux, il étudia leurs différentes parties.

Il y a une répétition des observations qui fournit des observations nouvelles; on s'en apperçoit bientôt en changeant leurs circonstances, qui fournissent par leurs modifications des moyens de pénétrer l'objet observé, ou d'appercevoir des faits qu'il est important de connaître. Les observations météorologiques répétées long-temps dans le même lieu peuvent être utiles pour ce lieu-là; mais il serait téméraire d'en déduire des loix générales pour les variations de l'atmosphère, pour la manière dont elles s'opèrent, pour leurs limites et leurs causes; il faut les répéter en divers lieux, dans le même temps, et avec les mêmes attentions pendant un grand nombre d'années : tel était le but de l'académie météorologique de Manheim, et de l'Électeur Palatin qui ont fourni généreusement de bons instrumens aux physiciens dans les quatre parties du monde, qui ont fait imprimer ces observa-

tions, et qui les ont présentées dans des tableaux pour en donner des vues générales. Haller trouve que les œufs couvés en Suisse sont pendant les prémiers jours moins avancés de 14 heures que ceux de Malpighi à Bologne, quoique dans les deux endroits, le poulet sorte de la coquille au bout de vingt-un jours depuis le commencement de l'incubation.

Il faut pourtant apporter la plus grande circonspection dans les jugemens formés sur ces différences. Une exception ne détruit pas une règle; une observation différente ne prouve pas que celles qui lui ont été uniformément opposées soient mauvaises; on doit alors soupçonner quelque cas particulier qui en a changé le résultat, et ne croire à l'erreur des autres que lorsqu'elle est démontrée. Reaumur avait vu sur le bord de la mer, que le suc de quelques coquillages exprimés sur un linge blanc le teignait en rouge; cette observation répétée dans sa maison manqua absolument; il sentait bien qu'il n'avait pas imaginé ce qu'il avait vu; aussi il multiplia ses observations,

il les varia pour chercher la cause de cette différence, et il trouva que dans tous les cas la lumière, la chaleur, et le grand air étaient les causes de cette vive couleur qui s'était développée dans ses premières expériences.

La répétition des observations sert à étendre les découvertes, comme elle contribue à les vérifier : on conclurait mal si l'on croyait connaître toutes les qualités des espèces d'un genre, parce qu'on a connu les qualités d'une seule. Quand Trembley eut étudié long temps les polypes à bras; il découvrit et étudia les polypes à bouquets, la vue des premiers n'aurait pu faire présumer les autres et imaginer leur histoire.

Quand on est résolu à répéter ses observations, on divise mieux son travail, et on soulage mieux son attention; en la fixant successivement sur des parties déterminées, on parvient à faire le tour de son sujet. Haller observait plusieurs œufs couvés depuis la même heure, non seulement pour assurer ses observations précédentes, mais

encore pour juger leurs différences entre elles, et remarquer ce qui lui était échappé dans les premières.

Les observations bien faites ne réussissent pas toujours quand on les répète, soit parce que les circonstances ont changé; soit parce que les moyens et les objets sont différens. Les observations des éclipses de lune, faites avec des instrumens de huit à dix pieds ne sont pas parfaitement conformes, parce que l'ombre n'y est pas parfaitement terminée. Le minéral d'une mine ne donne pas les mêmes produits qu'un minéral semblable tiré d'une autre mine, ou même souvent de celle qui a fourni le premier échantillon.

Enfin les sens de l'observateur, ses méthodes, ses vues peuvent lui présenter les phénomènes d'une manière qui lui soit propre, et lui découvrir des choses qui n'aient point été d'abord apperçues. Dufay fut sur le point d'enlever à Franklin ses belles découvertes sur l'électricité; mais il cessa de voir au moment où la vérité se montrait à ses yeux. Le génie de Franklin remarqua ce que

Dufay ne put saisir, et il répandit sur l'électricité la plus grande lumière qu'elle eut reçue.

La répétition des observations des autres éclaire sur leur valeur; quand on voit de la même manière que celui qu'on a pris pour son guide, on lui donne sa confiance et l'on ne craint pas d'être trompé avec lui. Swammerdam, Trembley, Spallanzani, Desaussure, sont des observateurs de cette classe; on observe bien, quand on observe comme eux; et quand on n'apperçoit pas ce qu'ils ont décrit, c'est pour l'ordinaire parce qu'on observe mal. L'observateur estimera de même la bonté de ses observations en les répétant; il pourra remarquer s'il a choisi le moment favorable pour les faire, s'il les a suivies dans tous leurs détails; il découvrira de cette manière les causes de ses erreurs, et s'il n'apprend pas à les corriger ou à les prévenir, il apprendra du moins à en tenir compte. Haller découvrit, par l'observation des œufs couvés depuis vingt-trois heures, que ceux de la dixième et de la onzième heure étaient trop tardifs; qu'ils

ne répondaient pas comme ceux qu'il avait jugés les meilleurs à ceux de la suite des heures précédentes. Une seule de ces observations pouvait tromper un observateur moins judicieux, parce qu'il aurait pu croire cet effet naturel, et l'on n'aurait pas imaginé qu'il pouvait être produit par le réfroidissement de l'œuf, ou parce qu'il aurait été échauffé plus tard que les autres.

La répétition des observations des autres est un moyen de s'instruire dans l'art d'observer; c'est en suivant les traces des grands hommes, qu'on apprend à le devenir. Le génie de Raphaël s'échauffait à la vue des tableaux de Michel Ange; de même le génie de l'observateur se développe par l'étude des grands observateurs. Bonnet apprit l'art d'observer dans les ouvrages de Reaumur, il le perfectionna en communiquant ses observations à ce grand naturaliste.

La répétition des observations est nécessaire pour éclairer celles qui sont douteuses; elle peut dévoiler la maladresse, la mauvaise

foi, les préjugés des observateurs, comme elle peut apprécier les talens, ou la sagacité, ou la justesse de ceux qui se contredisent. La reproduction de la tête coupée aux limaçons, découverte par Spallanzani, fut niée en France par divers naturalistes, qui ne surent pas l'observer, parce qu'ils coupaient la tête à ces animaux hors des limites, où cette reproduction est possible; d'autres tuaient l'animal pour s'assurer que la tête lui était enlevée; d'autres déchiraient le col, de manière que la plaie devenait mortelle; mais Hérissant et Lavoisier défendirent Spallanzani, en voyant comme lui tout ce qu'il avait vu; en général, quand on suit les opérations de ceux qui ne réussirent pas dans ce genre d'observations, on trouve dans leurs procédés la cause de leur mauvais succès. Enfin, il est indispensable d'observer souvent soi-même, pour prendre avec confiance le parti de la vérité, parce qu'on peut estimer ainsi la crédibilité qu'on peut donner à l'observation et à l'observateur.

Il conviendrait peut-être de pousser le scrupule plus loin, et de vérifier ses propres

sens par ceux des autres. Trembley envoya ses polypes à Reaumur, pour avoir le témoignage de ses yeux. Spallanzani, après avoir observé, de mille manières, que les chauvesouris aveuglées se conduisaient comme celles qui voient, écrivit sa découverte à plusieurs amis, et les engagea à répéter ses observations pour augmenter la confiance qu'il donnait aux siennes.

La répétition des observations faites dans des temps éloignés, peut instruire sur mille choses qu'on n'aurait pas soupçonnées; mais il n'y a qu'un certain ordre de phénomènes qui pourrait produire cette instruction; tels sont ceux de l'astronomie et de la météorologie, soumis à un périodisme démontré ou présumé; ceux qui représentent les êtres organisés seront constamment semblables entre eux, parce que leurs variations dépendent de quelques faits particuliers. Hippocrate, Aristote, Théophraste, Dioscoride ont peint souvent l'homme, les animaux, et les plantes avec les traits qu'ils ont aujourd'hui.

Pour répéter utilement les observations, il faut être observateur; sans doute un homme qui n'aurait pas observé, pourrait réussir dans des observations faciles; mais celles qui sont délicates exigent des hommes exercés pour le choix et l'application de leurs moyens.

Ce chapitre est trop long pour ces hommes qui connaissent la difficulté d'étudier la nature et la faiblesse de nos ressources; mais je dois dire avant de le finir, que Trembley et Spallanzani gardaient, dans leurs portefeuilles, de belles observations, dont ils n'avaient pu renouveller la répétition, après les avoir souvent répétées; ils remplacent ainsi les progrès que leurs découvertes auraient fait faire à la science, par un exemple de modestie qui ne saurait être trop imité.

CHAPITRE

CHAPITRE XI.

Moyens d'assurer les observations en les variant.

UN observateur jaloux de la solidité de ses découvertes, cherche toujours les moyens de les rendre plus certaines; et l'on comprend aisément que si l'on obtient les mêmes réponses en variant ses questions, il est très-probable qu'on a trouvé la vérité, parce que chaque réponse consonnante en devient une nouvelle preuve, et leur accord peut être une espèce de démonstration. Quand on applique la chaleur à un très-grand nombre de corps, et quand on voit qu'elle les dilate tous d'une manière remarquable, on ne saurait douter que la chaleur ne soit la cause de cet effet.

Pour bien connaître un objet, il faut le considérer sous tous ses points de vue,

afin d'appercevoir tous ses rapports et toutes les modifications qu'il peut éprouver et produire dans les autres. Corti, en faisant l'histoire des tremelles, les place dans l'eau, le lait, le vin, et divers fluides, pour saisir l'impression qu'elles en reçoivent. Newton, maniant le rayon de lumière, le fatigue par ses décompositions et recompositions multipliées et différentes, il ne le quitte qu'après avoir instruit la postérité de tout ce qu'il y a d'essentiel dans ce phénomène, et de tout ce qu'on peut espérer d'en savoir.

On arrive souvent au même but par différens moyens; mais ils ne sont pas également prompts, commodes, sûrs, et faciles; chacun d'eux peut avoir des avantages particuliers, suivant les cas et les circonstances; ce n'est souvent qu'après plusieurs tentatives, que l'on découvre le mieux; et l'on ne pourrait distinguer la route la meilleure pour arriver à la vérité, ou s'assurer qu'on l'a trouvée, si l'on n'en avait pas essayé plusieurs. Toutes les observations du même objet n'y répandent pas la même lumière, mais leur réunion forme un fais-

veau propre à répandre sur lui une clarté qu'une observation seule n'aurait pu produire. Quand Newton eut montré la lumière décomposée en sept rayons par son prisme, il montra seulement sa décomposition, et la différente réfrangibilité de ces rayons; mais il démontra sa découverte en réunissant, par une loupe, les rayons séparés, et en les divisant, de nouveau, par le prisme, après cette réunion.

La variété qu'on peut introduire dans les observations, dépend beaucoup des objets qu'on observe, des vues qu'on se propose, et des circonstances où l'on se trouve.

On varie ses observations, en les retournant de mille manières analogues à son but. On a vu une branche d'arbre plantée en terre, s'enraciner et devenir un arbre; on varie cette observation, en cherchant si les petits rameaux, le pétiole des feuilles, la feuille elle-même, les filets de l'arbre ont aussi le pouvoir de reproduire un arbre entier, et l'on a vu une plante nouvelle sortir de toutes ces parties ainsi préparées.

On variera de même les observations en variant leurs objets, lorsqu'ils ont quelque analogie, et qu'on les étudie dans le même but. Les observations faites sur une plante, peuvent se tenter sur une autre; leur succès décide alors leur possibilité, et peut découvrir les causes de leur réussite ; quand elles ne réussissent pas, elles peuvent manifester les obstacles qui les font manquer; mais on doit tenter des variétés plus grandes; on ente un bouton qui n'est pas prêt à s'épanouir, enterait-on de même une branche, un bouton à fruit, un fruit déjà formé? Enterait-on une racine? Ferait-on des greffes sur les plantes herbacées? Ne pourrait-on pas substituer des graines ou des pepins à des boutons?

Cette variété peut s'étendre à la cause du phénomène, afin d'avoir ainsi une nouvelle preuve de son influence, et en mesurer l'énergie : c'est ainsi qu'on expose divers corps à l'action d'une cause, pour connaître leurs rapports. C'est de cette manière qu'on découvre les bornes de la puissance magnétique. On peut chercher de même si la

cause agit sur tous les corps qui paraissent avoir des rapports avec elle; par exemple, on s'assure ainsi que les acides rougissent la plupart des couleurs bleues des végétaux. Enfin, l'on peut examiner si les effets sont proportionnels à l'énergie de la cause. Toricelli observa que le poids de l'air tenait en équilibre 7,57 décimètres, ou 28 pouces de mercure; il varia son observation, en cherchant la colonne d'eau que le même poids pouvait soutenir. Enfin Pascal compléta la découverte, lorsqu'il porta son baromètre sur le sommet du pic du Dôme, tandis qu'on observait un autre baromètre à la base de cette montagne; il vit le baromètre descendre à mesure qu'il montait la montagne, parce que la colonne d'air, en devenant plus courte, devenait moins pesante.

On varie plus efficacement encore les observations en supprimant la cause soupçonnée, afin de voir si l'on supprime aussi son effet. On place un baromètre sous le récipient d'une pompe pneumatique, et l'on voit le mercure se précipiter dans le tube, lorsqu'on diminue, par l'action du piston, la quan-

tité ou le poids de l'air agissant sur lui. Swammerdam et Reaumur se sont convaincus que les yeux à réseaux des insectes leur donnaient la sensation de la vue, parce que, dès qu'ils les eurent couverts d'une liqueur noire, ces animaux volèrent en aveugles, et se laissèrent prendre quand ils furent posés.

Cette variété peut s'augmenter en changeant la quantité de la cause; en doublant une force, on ne double pas toujours son effet. Une pierre qui tombe d'un lieu deux fois plus haut, ne tombe pas deux fois plus vîte; un ressort deux fois plus tendu, n'a pas une action double. Un tonneau plein de moût fermente, une bouteille qui en serait pleine ne fermenterait pas de la même manière.

On s'instruit souvent en contrariant la nature, parce qu'on force les objets contrariés à montrer leurs moyens pour reprendre leur état naturel. Reaumur détruisait les voutes du nid des abeilles cardeuses, et il en répandait les matériaux pour voir comment ces insectes les rapportaient et les

mettaient à leurs places. Duhamel planta un arbre les branches en terre, et les racines en l'air; il vit alors les racines métamorphosées en branches, et les branches en racines.

Les observations se varient encore en tentant, sur les individus d'un genre différent, celles qu'on a faites sur ceux d'un autre genre. Si l'observateur de l'aimant ne connaissait que sa propriété d'attirer le fer, il connaîtrait mal ce minéral singulier; il faut le voir guidant le pilote sur les mers; il faut remarquer l'irrégularité presque constante de l'aiguille aimantée, les effets du fluide électrique sur elle; il faut connaître les différens corps sur lesquels l'aimant a quelque influence. Quand on eut observé la reproduction des hachures du polype, on chercha celle des morceaux de vers, et Spallanzani découvrit les reproductions des têtes de limaçon, des queues de salamandre, de leurs jambes, de leur mâchoire. Koelreuter, pour multiplier les plantes hybrides, secouait la poussière de différentes espèces de digitales les unes sur les autres, et il

obtint des espèces nouvelles, dont il répandit les poussières sur les stigmates des fleurs des espèces originales. Enfin, il étendit ces expériences à divers genres de plantes avec le même succès.

Cette variation dans les observations fait reconnaître les exceptions aux règles trop vite généralisées; ces exceptions sont une partie de l'histoire de la nature; elles en forment souvent les anecdotes piquantes.

On parvient, pour l'ordinaire, en variant les observations à fortifier ses preuves, à saisir tous les rapports des objets observés, et à trouver, dans ces rapports, les moyens d'établir, sans réplique, ses découvertes. Ferrein s'assura que l'élargissement ou le resserrement de la glotte, de même que la quantité de l'air qui y est poussé, ne changent pas le ton, mais changent seulement son intensité; il apperçut ensuite les rubans tendineux, attachés par les deux bouts qui bordent la glotte, et il vit que ces rubans, comme des cordes sonores pincées par un archet, variaient leurs tons suivant les

circonstances; pour le prouver, il montra sous la loupe, le frémissement de ces rubans, en faisant résonner le larynx de divers animaux; après cela, il serra, avec des pincettes, les rubans tendineux, mais les vibrations et les sons qu'elles produisirent cessèrent en même-temps; il fixa ensuite, de cette manière, la moitié ou le tiers de ces rubans, et la portion libre donnait l'octave ou la quinte du son qu'on pouvait attendre; il eut l'adresse de saisir parfaitement le milieu de ces rubans, et il fit entendre l'octave aiguë du son produit par le ruban entier : chaque ruban fait naître séparément le même effet; mais le son est plus fort quand ils résonnent ensemble; si on les pince différemment, et si on les fait résonner dans le même temps, alors on entend les deux sons. Enfin, si l'on détache les parties qui pourraient avoir quelque part au son de la voix, si on laisse les rubans seuls attachés par leurs extrêmités aux cartilages du larynx, et un seul à la membrane qui tapisse la voute de cet organe, les rubans rendent encore le même son avec le même degré de force; mais il y a plus

encore, si l'on sépare entièrement un des rubans dans toutes sa longueur ; de manière qu'il ne soit plus attaché que par ses deux bouts comme les cordes des instrumens de musique, la totalité du ruban, ou les parties résonnent encore comme auparavant, et rendent les mêmes tons. Ces cordes vocales sont semblables à celles du clavecin ; le vent les pince, la glotte en fait l'intervalle, le mouvement des rubans en avant, ou en arriere varie les tons en les allongeant, ou en les accourcissant ; c'est pour cela que l'allongement ou l'accourcissement de ces rubans opérés avec des pinces sur le larynx des cadavres, forme tous les sons, tous les cris des hommes et des animaux, dont on met les larynx en expérience.

CHAPITRE XII.

Moyens de confirmer les observations.

L'OBSERVATEUR attentif n'est pas content de ses observations, lorsqu'il ne peut pas en-démontrer la solidité ; il est défiant et soupçonneux, quand il ne voit pas la vérité toute entière. Spallanzani dans ses belles observations sur la digestion prouva que le suc gastrique était le dissolvant des alimens ; il l'avait vu dans l'estomac de plusieurs espèces d'animaux et dans le sien par le moyen des tubes metalliques remplis de substances alimentaires, communiquant avec le suc de l'estomac par des trous faits aux tubes ; il avait suivi les effets de ce suc, en retirant ces tubes de tous ces estomacs à diverses époques ; enfin il compléta la démonstration de cette vérité par des digestions faites sur la table en mêlant le suc gastrique extrait de l'estomac des ani-

maux et du sien, avec des alimens et en plaçant ce mélange dans un lieu chaud, il vit alors s'opérer sous ses yeux ce qui s'operait à l'obscurité dans le corps.

Il n'y a de bonnes observations que celles qui dissipent tous les doutes. Quand il s'agit d'un fait perceptible par les sens, il suffit de l'observer attentivement et sans préjugés; desorte que si l'on ne réussit pas à le bien connaître, ce sera ou parce qu'on aura manqué d'attention, ou parce que l'examen aura été trop précipité. Quand Trembley voulut montrer que les polypes étaient des tubes animalisés, percés d'un bout à l'autre, il les observa en dehors, il suivit l'ouverture qu'il apperçut jusques dans l'intérieur; enfin il le coupa transversalement en trois parties, qu'il dressa sur un verre plan et il vit au travers la glace sur laquelle chacune de ces portions reposait; mais malgré l'évidence de cette preuve, Trembley en rapporte encore plusieurs autres aussi concluantes.

Les précautions prises en observant sont

souvent les meilleures preuves de la bonté des observations. Quand Trembley veut établir la fécondité des polypes; il en choisit des jeunes, qu'il met en solitude; il les numérote avec soin, et les nourrit avec abondance, il les observe tous les jours, il suit leurs naissances, il isole les plus vigoureux après avoir séparé les nouveaux nés, il continue cette observation jusques à la sixième génération; et il voit ainsi qu'un seul polype peut produire quarante-cinq petits dans deux mois.

Cependant cette attention sévère, ces soins scrupuleux doivent surtout s'employer pour des objets importants; il n'est pas égal de découvrir un phénomène isolé, ou d'entrevoir une loi de la nature; il n'est pas indifférent de démontrer mieux l'une que l'autre. On ne trouve pas que Bonnet ait prodigué son assiduité, son temps et sa peine, lorqu'il suivit pendant trois mois neuf générations successives de pucerons nés sans accouplement; le fait était si capital, si extraordinaire qu'il ne pouvait pas être établi avec trop de rigueur. Il en

est de même des observations variées multipliées de Haller pour démontrer le phénomène de l'irritabilité. Spallanzani ne pouvait employer trop de soins pour prouver la préexistence des têtards de grenouilles à la fécondation, il les prend à la femelle qui accouche, il les arrache à l'uterus, aux ovaires, et il voit dans tous ces cas les embryons qui périssent, lorsqu'ils ne sont pas fécondés ; mais qui se développent toujours, quand il les a fécondés artificiellement. De même Haller ne devait rien négliger, pour montrer que la membrane qui enveloppe le jaune, était le prolongement de l'intestin grêle du poulet ; parce qu'il établissait ainsi, que le poulet existait avec l'œuf, comme le jaune, avant qu'il eût éprouvé l'effet de la liqueur séminale.

On aime voir ainsi les efforts du génie pour établir ces vérités importantes qui doivent influer sur la science : elles doivent être la traduction littérale de l'observation ; le fait lui-même prend alors la forme d'une idée. Spallanzani veut prouver que la fermen-

tation putride n'est point un moyen de la digestion : il étudie les alimens dans l'estomac pendant tous les momens de leur séjour, pour y épier des apparences d'acidité ou d'alkalescence ; il y cherche le mouvement intestin qui caractérise les fermentations ; il goute les matières à digérer, celles qui se digérent, celles qui sont digérées ; il s'assure que les alimens se conservent long-temps dans le suc gastrique sans fermenter, tandis qu'elles se pourrissent très vite dans l'eau ; il rétablit même des viandes gâtées en les plongeant dans le suc gastrique des oiseaux carnivores ; il observe ces phénomènes dans des vases à l'air, dans l'estomac des animaux vivans, et ce n'est qu'après cette multitude de preuves, qu'il annonce la vérité de ses conclusions.

Les soins les plus scrupuleux ne sont point alors exagérés, sur-tout quand la vérité établie a été contredite ; pour être convaincante, elle doit dissiper tous les doutes. Spallanzani voulait prouver qu'il y avait des graines fécondes sans fécondation ap-

parente ; non-seulement il eut soin d'ôter les fleurs mâles avant leur fleurasion, aux plantes qui ont des fleurs mâles, et femelles sur le même individu, non-seulement il fait naître et végéter les plantes qui n'ont que des fleurs femelles comme le chanvre dans un temps où il ne peut y avoir aucune autre plante de leur espèce végétant dans la campagne, et propre à répandre ses poussières dans l'air ; mais il les met encore dans une clôture rigoureuse, après s'être assuré, qu'elles étaient sans fleurs mâles, et il trouve dans les graines fécondes qu'il recueille la démonstration de la proposition qu'il veut établir.

La facilité de se tromper rend ces précautions nécessaires ; la nature semble quelque fois tromper ceux qui l'ont étudiée : il faut l'avouer ; il y a des erreurs qui ont toute l'apparence de la vérité. Quand on vit sortir des mouches du corps d'une chenille, on put croire aisément que c'était une espèce particulière d'accouchement, et on le crût avec Godaert. La cause et l'effet se touchent, la manière seule dont

dont celui-ci s'annonce peut étonner; il fallait anatomiser le fait : on voit bien les œufs de la mouche dans le corps de la chenille, mais cela n'apprend rien, il fallait savoir encore qu'une chenille ne donne pas naissance à une mouche; on ignore cependant les effets que la nature peut offrir; de sorte que si l'on n'avait pas vu la mouche elle-même pondre ses œufs dans la chenille et si l'on n'avait pas observé sa postérité qui lui ressemblait; on se serait toujours trompé sur ce phénomène; et combien y a-t-il d'autres phénomènes semblables à celui-ci.

C'est ainsi que de bonnes observations peuvent tromper, et qu'elles ont trompé ceux qui étudièrent les gallinsectes; ils virent leurs peaux percées de quelques trous, ils observèrent les moucherons qui en sortaient; mais, comme les vraies galles sont aussi percées, et qu'on en voit sortir des moucherons; on en conclut que les premières ressemblaient parfaitement aux secondes : cependant un examen plus approfondi des gallinsectes aurait aisément montré qu'ils

différaient des vraies galles. La gallinsecte, pendant sa vie, paraît renflée, charnue; ensuite elle se dessèche et ressemble à une coque remplie d'œufs; si l'on détache la gallinsecte de l'arbre entre ces deux époques, on trouve un vide entre l'arbre et son ventre; mais il est plus petit que lorsqu'elle est détachée plus tard, et l'on y trouve le nombre des œufs d'autant plus diminué, qu'on les observe au bout d'un temps plus long. Enfin, dans les gallinsectes en forme de bateau, l'on voit l'insecte occupé à pondre, les œufs se succéder, et différer entièrement des œufs et des vers remarqués dans les vraies galles,

Reaumur, qui était si pénétrant, apprend encore pourquoi l'on ne voit d'abord pas tout dans les observations. Il dit dans ses *Mémoires sur les Insectes*, que lorsqu'il donna dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris pour* 1719 l'histoire des guêpes; il décrivit leur aiguillon en homme qui n'avait pas assez profité des observations de Lewenhoek, Swammerdam et Malpighi; enfin qu'il n'avait pas assez cherché à s'instruire par ses pro-

pres yeux. Trop occupé et trop satisfait de plusieurs faits singuliers que ces mouches lui avaient fourni, il négligea les merveilles qu'offrait leur aiguillon ; mais il ajoute qu'il a réparé cette faute, en détaillant les manières de s'assurer de la réalité des deux aiguillons de cet insecte.

. . . . . .

Il faut l'avouer, il y a dans la nature des faits dont on ne peut soupçonner les causes, lors même qu'elles sont sous les sens ; de sorte qu'il faut se mettre en garde contre ses propres idées, qui cachent souvent ce qu'on apperçoit. Quand Reaumur vit la mouche à deux ailes fécondant la gallinsecte, il crut qu'elle était sortie d'un œuf déposé dans le ventre de la gallinsecte, parce que les ailes et les autres parties de la mouche lui ressemblaient si peu ; la grandeur de celle-ci était si prodigieuse relativement à celle de la mouche, qu'il n'aurait pas hésité sur cette opinion, s'il n'avait pas vu un scarabé ailé avec un fourreau féconder une femelle sans ailes et sans fourreau ; cette réflexion le rendit plus attentif, et il vit l'accouplement de la mouche et de la gallinsecte.

Les meilleurs observateurs ne se défendent pas assez, contre le désir de deviner l'explication des faits dont ils s'occupent, et souvent ils ne sont pas assez exacts pour distinguer ceux qu'ils ont bien vus, de ceux qu'ils ont presque imaginés. Swammerdam avait bien observé l'accouplement en l'air des demoiselles, mais il en décrit des circonstances qui l'auraient presque rendu impossible.

Afin, d'éviter toute erreur, il faut d'abord soigneusement remarquer les différences qu'il y a dans l'état des choses, pendant qu'on les observe, et celui qu'elles ont dans leur état naturel. Les hommes qu'on voit dans le monde, ne ressemblent guère à ce qu'ils sont dans le cabinet, ou avec leurs confidens. Les animaux sauvages, renfermés dans leurs cages, perdent leur physionomie. Le cadavre d'un homme malade, indique mal l'organisation d'un homme en santé.

Il serait difficile de caractériser tous les moyens de démontrer une observation, ils varient suivant les objets observés, les

circonstances où l'on se trouve, et le génie de l'observateur : on ne peut pas toujours observer les organes des animaux, comme ceux d'une plante.

Quand les moyens directs manquent pour faire une observation, on peut quelquefois y suppléer en observant des objets différens, mais analogues à celui qu'on veut connaître. On lit presque dans une espèce de chenilles l'histoire de toutes les autres; mais comme il y en a qui laissent mieux pénétrer leurs mœurs et leurs ouvrages, celles-ci éclairent ce qu'il peut y avoir d'obscur dans les procédés de celles qui sont plus difficiles à observer. La nature est toujours son meilleur commentaire, parce qu'elle est uniforme et simple dans ses vues comme dans ses opérations. J'aime entendre dire la même chose à Spallanzani, dans les célèbres voyages, où il raconte ses observations volcaniques ; après avoir comparé les volcans éteints avec ceux qui brûlent, il ajoute, qu'ayant appris, par son expérience et par l'observation, qu'il n'y a rien d'isolé dans la nature; que tout y est lié et nuancé

par une variété de rapports, on ne peut rien savoir que par le moyen des comparaisons; que le principal objet qu'il s'était proposé dans toutes ses recherches, avait été de rapprocher les faits qu'il avait découverts de ceux qui étaient les plus connus, de les analyser, de les comparer. C'est ce qui lui a fait comprendre que les montagnes du Padouan, qui sont calcaires, stratifiées et remplies des dépouilles des animaux marins, avaient été couvertes par les eaux de la mer; que les observations de Strange et de Fortis prouvent que ces petites montagnes coniques et composées de laves, ont été autant de petites îles volcaniques comme les îles Éoliennes, avec cette différence que leur embrasement a été moins sensible, et qu'il n'en reste que de légères traces dans leurs eaux thermales; mais leur antiquité empêche d'observer une ressemblance rigoureuse, parce que les injures du temps ont détruit leurs cratères, et ont réduit en terreau, avec l'industrie des hommes, les laves scoriacées et poreuses qu'on y aurait trouvées.

Cette comparaison des observations est

sur-tout importante dans l'astronomie; c'est par elle qu'on peut former les tables des mouvemens célestes, déterminer les périodes des astres, s'assurer de la vérité de leurs observations. Enfin, c'est par cette comparaison qu'on a découvert ces fameuses périodes qui intéressent si fort les astronomes avec toutes les belles preuves de la théorie Newtonienne.

La ressemblance des effets suppose celle des causes; aussi lorsqu'on a solidement établi l'analogie des effets, il ne reste aucun doute sur celle des causes qui les ont produits. Quand Spallanzani eut prouvé que la digestion des oiseaux gallinacés, s'achevait dans l'estomac par la dissolution des alimens brisés dans le gésier, il ne douta pas que la digestion ne s'opérât de la même manière dans l'estomac des oiseaux carnivores; il étendit sa découverte aux quadrupèdes herbivores, ruminans, comme à ceux qui ne ruminent pas, et aux quadrupèdes carnivores, de même qu'à l'homme, aux amphibies, aux serpens, aux poissons : il parvint ainsi à montrer que la digestion s'opérait d'une manière uniforme dans tous

les animaux ; mais on observe la même uniformité dans tous les évènemens remarquables et importans de l'économie animale, dans les phénomènes de la respiration, et sur-tout dans ceux de la génération, en accordant cependant quelques modifications peu essentielles, qui résultent de l'état particulier des animaux.

Pour juger l'effet qu'on observe, et s'assurer de l'influence de sa cause, il faut souvent comparer ce que l'on fait d'une manière, avec ce qui arriverait en suivant un autre procédé. Pour montrer la propriété dissolvante du suc gastrique, Spallanzani compare son effet sur les alimens avec celui de l'eau.

C'est ainsi qu'on trouve dans la connaissance de l'histoire naturelle des sources de lumière pour éclairer l'inconnu. Quand Reaumur eut découvert les guêpes qui nourrissaient leurs vers avec des araignées, des mouches, des vers vivans d'insectes, il comprit pourquoi il avait trouvé de grands pucerons empilés vivans dans un morceau

de bois, et il vit bien que ces pucerons y avaient été apportés par une mouche chasseuse pour servir de proie à son ver.

Cette méthode de procéder par comparaison est bien heureuse ; les ressemblances indiquent les genres, les différences font connaître les espèces ; sans elle on ne saurait faire une classification, et la nature deviendrait un cahos pour le naturaliste qui veut soulager sa mémoire.

L'observateur trouve quelquefois dans les arts l'occasion de lire l'explication des phénomènes de la nature. La dorure des chrysalides offrait un fait singulier. Réaumur qui avait approfondi l'étude des arts, y trouva l'explication qu'il cherchait. Il se rappelle un vernis transparent appliqué sur une feuille d'étain matte, qui fait ressortir la couleur d'or dans les cuirs dorés ; il imagine que la nature applique aussi une membrane fort mince, fort polie, et fort transparente sur un fond blanc ; il ne se trompe point, il enlève cette membrane, et il trouve ce fond blanc ; il applique cette membrane de nou-

veau sur le fond blanc écorché, et la couleur d'or de la chrysalide reparaît.

On peut de même employer l'art pour dévoiler les mystères de la nature. Les feuilles artificielles de Bonnet, en devenant les émules de celles de l'acacia, devinrent aussi leurs interprêtes; elles montrèrent comment l'humidité et la chaleur, par leur influence particulière sur les deux surfaces, étaient la cause du mouvement de ces feuilles et de leur différente position pendant la nuit, parce que le parchemin et la toile dont elles étaient faites représentaient la nature des membranes, ou plutôt des réseaux qui recouvraient les deux surfaces des feuilles.

Ces comparaisons pourraient être trompeuses, parce que les procédés de la nature pourraient être différens. On avait pensé que les os rompus se réunissaient par ce suc osseux qui coulait dans les intervalles de la fracture, et qui les agglutinait comme la colle qui soude les morceaux d'un bois rompu; mais Duhamel a prouvé que le périoste seul opère la réunion

Digitized by Google

des os; cette membrane se tuméfie, s'épaissit, devient cartilagineuse, osseuse, et forme un cal qui entoure la fracture.

Enfin, cette comparaison n'indique souvent qu'une probabilité, et ne devient une preuve solide, que lorsqu'on a fait voir que la même cause produit les mêmes effets dans les différens cas, comme dans l'exemple des cuirs dorés. Il y a pourtant des circonstances où cette comparaison ne prouverait rien; et où l'on ne saurait conclure solidement des effets produits par l'art à ceux qu'on observe dans la nature: ainsi, quand on comparerait les fils de lin et de chanvre avec ceux qui sont formés par les insectes, on se tromperait entièrement, puisqu'il n'y a qu'une ressemblance grossière dans l'effet, et qu'il n'y en a point dans la cause. Les premiers sont le produit de plusieurs brins tirés et tordus ensemble; les seconds sont composés d'une humeur qui devient solide, aussitôt qu'elle est en contact avec l'air.

On donne une certitude plus grande aux observations, en cherchant les mêmes ré-

sultats par des voies différentes. Telle est souvent la méthode des astronomes; telle est celle de Deluc pour déterminer par le baromêtre l'élévation du lac de Genève au-dessus du niveau de la mer; il la cherche à Gênes, dans le bas Languedoc et à Genève; après avoir ainsi nivelé le cours entier du Rhône, il trouve toujours les mêmes résultats. Spallanzani cherche, dans un grand nombre de plantes différentes, leurs graines préexistantes à la fécondation, et son adresse les lui fit remarquer par le moyen de son microscope. On ne saurait raisonnablement douter des vérités établies par des observations variées de cette manière, puisque les divers moyens employés pour les découvrir concourent pour confirmer leur certitude.

La meilleure méthode pour appuyer ses observations; c'est de les faire en sens contraire, ou de rétablir ce qu'on a décomposé avec les élémens trouvés par la décomposition. Herissant ayant prouvé que les os étaient formés par une substance membraneuse et une substance crétacée; que cette dernière était la cause de leur dureté, for-

tifie la vérité de sa découverte, en rendant à l'os qu'il avait réduit à l'état membraneux sa première dureté, par la réunion de la partie crétacée qu'il avait enlevée. Mais cette preuve n'est pas toujours possible ; il faut que les objets observés soient entre les mains de l'observateur, pour qu'il puisse en disposer à son gré.

Ne pourroit-on pas encore regarder comme une observation bien faite, celle qui montre dans l'objet observé sa cause finale ? Bonnet découvrit que la surface inférieure des feuilles dans les arbres et arbustes pompait la rosée, et il y trouva la cause de la disposition de leurs tiges et de leurs branches ; il s'apperçut que c'était pour cela que les branches des plantes reprenaient leur position après l'avoir perdue, et que les feuilles étaient placées sur les branches d'une certaine manière. On comprend bientôt que cette ordonnance assure l'effet de la rosée sur la surface inférieure des feuilles. Ces observations, qui sont des conséquences de la première, montrent les rapports des moyens avec la fin ; de sorte qu'on ne

saurait poser l'un sans l'autre, ni faire la première observation, sans être conduit à la seconde, et sans appuyer, par elle, la bonté de la première, dont les autres découlent naturellement.

L'usage de cette méthode est difficile, parce qu'on peut imaginer des vraisemblances séduisantes; mais, quand elle ne serait utile que quelquefois, quand elle n'ajouterait que le dernier degré de probabilité, à ceux qu'on aurait déjà. Ne serait-ce pas un avantage, de lui devoir la démonstration complette de quelques vérités importantes ?

CHAPITRE XIII.

Caractères distinctifs des observations.

En étudiant l'histoire naturelle et les écrits des naturalistes, on voit souvent de grandes différences entre les observations et les objets observés ; on ne manque pas alors de juger celles-là, et ce jugement sert pour graduer la valeur des observations qu'on peut faire, ou celles qu'on étudie.

On est souvent trompé dans le récit des observations, soit parce qu'on a exténué ce qu'on a vu, soit parce qu'on l'a exagéré, soit parce qu'on l'a déguisé, ou parce qu'on l'a peint avec peu d'exactitude ; la vérité qu'on apperçoit, masque l'erreur qui lui est alliée ; tout comme les préjugés présentent souvent à l'observateur, la traduction de ses idées, plutôt que la phrase de la nature

Buffon voyait les molécules organiques dans les animalcules de la liqueur séminale, quoique Spallanzani eut démontré l'existence réelle de ces animalcules, et qu'il eut prouvé que la plupart d'entr'eux naissaient dans les eaux pourrissantes.

On altère souvent les faits en les racontant, parce qu'on les arrange pour l'hypothèse qu'ils doivent établir. Buffon n'inventait pas les êtres vivans qu'il voyait dans la liqueur séminale, mais il leur ôtait l'animalité; il ne remarquait pas, comme Spallanzani, la succession de diverses espèces; mais il croyait les métamorphoses des premiers. Enfin il est possible, que la disposition des sens change l'observation, soit parce qu'on l'a mal faite une fois, soit parce que les sens altèrent plus ou moins les objets; mais je renvoie à tout ce que j'ai déjà dit sur ce genre d'erreurs.

Il y a des observations, manifestement fausses, parce qu'elles ont été faites avec négligence, ou avec prévention, ou avec de mauvais instrumens, et elles annoncent des

des faits qui n'ont jamais existé ; telle était l'erreur de ceux qui ont cru que les corps putréfiés produisaient les insectes, qu'on en voyait sortir ; puisque ces corps conservés dans des vaisseaux hermétiquement clos, ne leur donnent alors jamais naissance, comme Rhedi l'a démontré. C'est un fait également faux que la digestion soit un produit de la fermentation, puisque Spallanzani a prouvé l'antisepticité du suc gastrique. Ce fut une illusion d'optique, produite par un télescope, qui fit voir à Cassini un astre qui n'existait pas, et qui montra, à Ulloa, un trou dans la lune.

Les observateurs savent bien, qu'il est toujours très-difficile de donner aux observations, le degré d'exactitude qu'ils souhaiteraient. Nollet avoue, qu'étant tranquillement appuié sur un pont, ou contre un arbre, qu'il croyait solides, il avait vu plusieurs fois les poissons immobiles, lorsqu'il formait un son avec la voix, sans remuer les lèvres, ou avec un sifflet placé dans sa bouche ; tandis que dans d'autres occasions ils s'enfuyaient avant ce bruit ;

mais il craignait toujours qu'une plante, une feuille agitée sur le rivage, ou quelque autre cause, n'eût produit l'effet attribué au bruit: Rien ne prouve mieux la difficulté de ces observations, que le peu d'accord qu'on trouve entre les savans qui les ont faites. Tout ce qu'on sait de plus certain sur ce sujet, c'est la découverte de l'organe de l'ouïe dans les poissons, faite par Camper.

Il résulte de là, que l'on doit varier beaucoup ses observations, soit en les faisant, soit en les répétant, quand on peut leur donner une grande précision. Bianchini avait déterminé, en 1729, le temps de la rotation de Vénus sur son axe, de 24 jours, 8 heures; tandis que Cassini le soupçonnait seulement de 23 heures, comme il est réellement, en y ajoutant 22 minutes; la grande difficulté d'observer Vénus, fut la cause de cette différence; on ne voit pas facilement des taches, ou des parties lumineuses, propres à fixer le temps de la rotation de cette planète; mais on peut croire que, comme Bianchini interrompait son observa-

tion, pendant trois heures, il arrivait que le mouvement de 23 heures, 22 minutes, était tel, que changeant d'un côté la position des taches, vues d'abord, ou les faisant disparaître, et amenant de l'autre, des taches nouvelles, il revoyait le tout dans le même état, où les apparences le lui avaient montré, avant l'interruption de l'observation; de sorte qu'en la reprenant, il croyait la suivre, comme si elle n'avait pas été interrompue. Les observations de Vénus sont toujours très-délicates, quand elles sont longues, et il n'est pas-sur-tout aisé de les lier, quand on les fait dans des jours différens : Herschel s'est assuré que cette planète a un mouvement de rotation, mais il n'a pu déterminer exactement sa période.

Il serait sans doute curieux de rechercher les causes de ces variations : mais comme elles sont aussi nombreuses et variées que les objets observés, la négligence des observateurs et les circonstances; il suffit d'en avertir pour savoir ce que chaque observation peut et doit promettre. Je ne sais pas même si dans des sujets difficiles, une légère dif-

férence ne serait pas une preuve de la bonté réciproque des méthodes employées, parce que si les observations sont rigoureusement bonnes; leurs différences doivent être extrêmement petites. Maraldi ayant déterminé l'inclinaison du quatrième satellite de Jupiter, trouvée par sa conjonction dans la partie supérieure de son orbite, de 2.° 52′, et par conséquent plus petite de 3′. que celle trouvée par Cassini; il en conclut que son observation ne devait pas être rejetée, et que sa méthode méritait quelque confiance.

Toutes les observations ne se ressemblent pas, aussi leurs preuves ne sauraient être les mêmes; celles qui proscrivent tous les doutes, sont fournies par les objets placés entre nos mains, et dont on peut disposer à son gré; dans ces cas, l'observateur serait blâmable, s'il ne multipliait pas ses preuves, et s'il ne faisait pas briller l'évidence. Reaumur avait vu que l'œil de bouc, l'ortie de mer, et les coquillages de cette espèce, ne sont point retenus sur la pierre, où ils se fixent par la force de leurs muscles,

puisque après les avoir partagés ou tués, ils y restaient collés ; ce n'était pas par la force d'adhésion, comme deux marbres polis, puisqu'ils s'attachent sur des rocailles; c'était donc un gluten qu'ils laissent échapper, comme il le prouva en touchant le lieu où ils avaient été, ou en y frottant un ruban qui se collait dans la partie touchée, ou en introduisant de l'eau entre la pierre et le coquillage, par le moyen de laquelle il était détaché ; enfin, en l'ôtant plusieurs fois du lieu, où il était fixé, parce que alors il ne pouvait plus se rattacher aussi fortement qu'auparavant, ce gluten ne se reproduisant pas d'abord : Sans doute une seule de ces observations était suffisante ; mais leur réunion ajoute une nouvelle force à chacune d'elles : On peut encore ainsi découvrir, avec Reaumur, la nature de ce gluten, l'organe qui le filtre, la manière dont il agit, et les moyens employés pour le dissoudre.

Les preuves les plus solides, sont pour l'ordinaire, tirées de la chose elle-même ; elles évitent les combinaisons étrangères,

qui voilent, plus ou moins, la vérité qu'on veut répandre. Duhamel voulait démontrer que les os des animaux grossissaient par l'addition des couches osseuses ; il fit manger pendant six semaines, à trois jeunes cochons, des alimens mêlés avec la garance, au bout de ce temps, il les nourrit avec leurs alimens ordinaires ; il les fit tuer au bout de ce temps-là ; et ayant scié les os des cuisses du premier, il observa que la moëlle était environnée par une couche d'os blanc, assez épaisse ; c'était la couche d'os formée pendant les six premières semaines de leur existence, durant lesquelles ils avaient vécu sans garance. Ce cercle blanc était environné par une couche aussi épaisse, d'os rouge, c'était celle qui avait été formée durant l'usage de la garance. Enfin, cette zone était recouverte par une couche assez épaisse d'os blanc, formée depuis le retranchement de cette matière colorante. Le second cochon et le troisième avaient été traités comme le premier, avec cette différence, que le premier était âgé de deux mois, lorsqu'on le mit à l'usage de la garance ; on lui en donna pendant un mois, puis on

lui rendit ses alimens ordinaires ; enfin on lui donna encore de la garance, et on le tua ; les os de la jambe, de cet animal, avaient alternativement deux couches d'os blancs et rouges. Le troisième cochon fut traité comme le second, mais on termina l'expérience, en le remettant à sa nourriture ordinaire, pendant plusieurs mois, ce qui recouvrit ses os d'une couleur blanche, si épaisse, qu'il fallut les scier, pour en découvrir les deux couches rouges. Cette suite d'observations, supprime tous les doutes, et l'on est forcé de reconnaître, que les os se forment par des couches, qui se recouvrent réciproquement.

La facilité de se tromper, doit rendre scrupuleux, sur les idées que l'observation peut fournir. On ne doit pas regarder comme un bois pétrifié, toutes les pierres, qui représentent des éclats de branches, ou des planches avec leurs veines, leurs fibres et leurs nœuds. Guettard a prouvé, que ces pierres sont quelquefois des incrustations moulées sur des planches, employées dans des conduits d'eau, pour des moulins ; mais avant

de prononcer, il faut chercher dans ces pétrifications soupçonnées, les vestiges de l'organisation végétale. Si l'on y apperçoit des branches, des nœuds, des fragmens d'écorce recouvrant le cylindre ligneux, et les couches qui le forment; si l'on voit les fibres changer de direction, quand il y a une bifurcation des branches ou des nœuds; si l'on y découvre des couches concentriques, si l'on y remarque, près des jeunes branches, l'émanation du tissu cellulaire; on pourra croire que cette pierre peut avoir appartenu au règne végétal.

Il me faudrait répéter ici, tout ce que j'ai dit, dans les chapitres précédens; mais en général, on reconnaîtra que l'observation mérite d'autant plus de confiance, qu'elle annonce plus d'adresse, de patience, de pénétration, d'exactitude de la part de l'observateur; qu'elle a été faite avec plus d'attention, accompagnée de toutes les précautions possibles, répétée plus souvent, variée davantage, et confirmée par un plus grand nombre de bonnes preuves.

CHAPITRE XIV.

Des observations opposées, faites par divers observateurs.

Il semble d'abord absurde d'imaginer deux hommes raisonnables observant le même objet dans le même but, et trouvant des résultats opposés; cependant il y en a plusieurs exemples, et les philosophes les fournissent. Je suis bien éloigné de soupçonner la bonne foi de ceux qui ont des apperçus différens, quoiqu'il n'y ait rigoureusement qu'une manière de voir la vérité; mais il faut avouer qu'on ne rencontre guères ces différences que dans des sujets où l'on peut aisément se tromper quand on ne s'environne pas de tous les moyens possibles pour écarter l'erreur. On prend quelquefois l'habitude de suivre un objet sous un certain point de vue, et cette

habitude le montre toujours de la même façon : ceux qui cherchent à deviner la nature, se persuadent bientôt qu'elle est tout ce qu'ils veulent qu'elle soit ; leurs sens deviennent les complices de leur imagination ; cette tromperie s'accrédite par l'autorité de ses inventeurs, et l'erreur fait bientôt le tour de l'Univers.

J'observe d'abord qu'il y a quelquefois des différences entre plusieurs observations ; provenant absolument de la manière dont elles sont faites, quoiqu'elles soient peut-être également bonnes. Différens observateurs ne conviennent pas du nombre des anneaux qu'on trouve dans la même mouche, parce qu'ils ne conviennent pas de la manière de les compter. Celui qui presserait le corps de la mouche verrait plus d'anneaux que celui qui l'observerait dans son état naturel, parce que le premier en ferait paraître plusieurs, que le second ne peut appercevoir ; aussi quand on a recours à la pression, il faut convenir du point où l'on cesse de compter, parce que dans certaines mouches la partie charnue au bout de laquelle

l'anus est placé, peut sortir assez loin, et qu'elle est quelquefois entourée de cerceaux écailleux, qui peuvent être pris pour des anneaux, mais ces cerceaux n'appartiennent pas précisément au corps, et ils n'ont pas la figure des anneaux qui les couvrent.

On ne doit pas soupçonner légèrement la bonté des observations faites par des observateurs célèbres; mais comme ils ne sont pas à l'abri des faiblesses de l'esprit humain; il faut encore juger le naturaliste par la nature; on ne saurait étudier avec confiance les ouvrages des grands hommes, que lorsqu'on s'est assuré de la solidité de l'instruction qu'ils fournissent; mais si l'on peut leur découvrir des fautes, la reconnaissance veut qu'on les découvre avec la modestie de la vraie science, et la modération qu'inspire le sentiment de la vérité.

C'est un évènement singulier et propre à faire époque dans l'histoire de la philosophie naturelle, qu'un fait commun, étudié depuis long-temps par les plus grands observateurs, scruté avec finesse par les plus

beaux génies, qui fournit des observations bien faites avec des résultats opposés : on le trouve dans l'histoire des abeilles : Reaumur avait établi que ces mouches sont de trois genres, que la reine abeille pond des œufs particuliers, contenant les embryons royaux ou femelles, qu'elle dépose ces œufs dans des cellules qui leur sont destinées par les abeilles ouvrières ; enfin que les faux bourdons fécondent la reine abeille. Schirach avance, avec des preuves que tout ver d'abeille ouvrière qui n'a que trois jours peut devenir une reine ; que toutes les abeilles ouvrières sont du genre féminin ; que leur sexe se développe dans certaines circonstances, telles qu'une cellule plus vaste, une chaleur plus grande, un séjour plus long dans le gâteau, et une nourriture particulière ; que les œufs qui donnent naissance à la reine abeille ne sont pas différens de ceux des abeilles ouvrières ; que les abeilles choisissent leur reine parmi les vers de trois jours ; et que la reine abeille ne dépose pas ces œufs royaux dans les cellules royales destinées à cet usage. Enfin Hatorf assure que la reine abeille n'est pas fécondée par les

faux bourdons. Les observations de Schirach annoncent une logique rigoureuse et un esprit pénétrant; celles de Hatorf sont solides et exactes. Cependant l'incertitude subsiste. Riem prétend que la reine abeille pond trois espèces d'œufs différens dans toutes les cellules, mais que les ouvrières les distinguent, et portent les œufs royaux dans les cellules royales; il croit avoir vu l'accouplement des faux bourdons avec la reine, et il paraît dans toutes ses observations un bon observateur. Aussi Bonnet renvoie à la nature la solution de ce problême. Il ne savait pas, lorsqu'il prenait ce parti, qu'il avait à côté de lui le génie observateur qui éclairerait ses doutes; Huber a décidé la plupart de ces points controversés, et il a démontré l'accouplement des faux bourdons avec la reine abeille; mais il a fait voir aussi que si cet accouplement a échappé à tant d'observateurs, c'est parce qu'il s'opère dans l'air, où l'on ne pensait pas à l'observer.

Les plus grands observateurs sont sujets à se tromper, et leurs observations doivent

être soumises à la critique. Hales croyait qu'une partie de la glace formée dans les rivières était produite par les glaçons qui s'élevaient du fond de l'eau ; à cause des saletés qui les couvraient; mais il n'avait pas pensé comme Nollet de sonder le fond de la rivière à quelque distance du bord, pour savoir s'il y avait de la glace; il s'était contenté de faire ses observations sur les bords d'un abreuvoir peu profond; il est vrai que le témoignage des pêcheurs remplaçait celui de Hales; mais il ne pouvait avoir le même poids. Nollet occupé du même phénomène, prouve par la comparaison des saletés attachées aux glaçons, qu'elles étaient les mêmes que celles du bord, et qu'elles ne ressemblaient point à ce qu'on trouve au fond de la rivière. Il fit faire une ouverture dans le milieu de la Seine qui était gelée, et ayant rempli cette ouverture avec un tonneau dont il avait enlevé les deux fonds et ôté soigneusement les saletés, la glace qui se forma fut parfaitement propre; ce qui prouve que les glaçons salis avaient été amenés du bord.

Il y a des observations opposées, parce

qu'elles n'ont pas été faites avec la même exactitude, ou parce qu'on a négligé dans l'une d'elles quelques conditions capitales. Geoffroi avait cru que le nostoch était pourvu de racines; mais Reaumur a démontré qu'il n'en avait point, et il a découvert la cause de la différence dans les résultats. Reaumur observa le nostoch dans des allées sablées, éloignées de tout végétal, et par conséquent de toutes racines; au lieu que Geoffroi l'avait observé sur une bonne terre, où il pouvait avoir pris avec lui quelques chevelus des racines voisines qui lui étaient appliquées; mais, comme on aurait pu séparer le nostoch de ses racines en le transportant; Reaumur le fit croître sous ses yeux, et il s'assura de son existence sans racines. On voit ainsi qu'en remarquant la différence des observations, il importe de chercher leurs causes, soit pour faire connaître l'erreur de ceux qui se sont trompés, soit pour démontrer la solidité de l'observation qu'on a faite.

Les observations peuvent être différentes sans être opposées; on peut remarquer un fait négligé qui n'anéantit pas ceux qu'on a

déjà découverts. C'est ainsi que quelques-uns croient qu'il y a un côté de l'arbre où le cercle d'aubier et de bois parfait se trouve plus serré exclusivement aux trois autres. Toutes ces opinions peuvent être fondées et celle qui est fausse sera celle qui bornera la possibilité des quatre cas à celui-là seul qu'une seule observation présente; parce qu'on n'a pas remarqué que l'épaisseur de l'aubier dépendait de la force des racines et des branches qui le nourrissent. C'est ainsi que les individus offrent des variétés qu'on ne saurait généraliser sans se tromper. Il y a encore des cas où de bonnes observations sont différentes, quand elles sont faites sur le même objet, dans des circonstances différentes. Une observation ne peut représenter les modifications subies par les êtres organisés pendant toute leur vie; c'est pour cela que les observations anatomiques sont si différentes; l'âge, la maladie occasionnent souvent des altérations dans les organes, qu'on n'attribue pas toujours à ces deux causes.

Enfin il peut y avoir des observations différentes sans opposition; soit parce qu'elles étendent

étendent les précédentes ou les restreignent; soit parce que les oppositions ne sont qu'apparentes ; avec un peu plus d'attention , il aurait été possible de découvrir la cause de l'opposition, ou de la différence, et l'on aurait cessé d'en être frappé.

C'est sur-tout dans les faits contestés qu'il faut apporter le plus grand scrupule afin de découvrir la vérité. On aime voir Spallanzani démontrer à Pozzi la raison pour laquelle il n'avait pas vu les pigeons briser dans leurs gésiers les boules de verre qu'il leur faisait avaler comme les Académiciens del Cimento et Reaumur l'avaient vu. Spallanzani prouve que Pozzi n'avait jamais eu que des pigeons malades ou trop jeunes dont le gésier étoit trop faible pour cette épreuve; le même naturaliste fait voir contre les assertions de Boerhave, que les chiens digèrent les os et les fibres charnues, quand ceux-ci peuvent séjourner assez long-tems dans leur estomac pour y être dissous par le suc gastrique.

Enfin, comme il est pénible de se défier

des observateurs, et qu'il serait dangereux de repousser des découvertes, parce qu'elles ne s'accorderaient pas avec les observations déjà faites, il faut suspendre son jugement et travailler à s'éclairer. Combien de tems il a fallu avant que les plus belles observations aient percé les retranchemens de l'ignorance et de l'envie! Newton ne vit pas d'abord recevoir son optique, quoiqu'elle soit fondée sur les bases les plus solides. Franklin n'entraîna pas d'abord les physiciens malgré la démonstration lumineuse de sa théorie de la bouteille de Leyde. Il semblerait qu'il y a une inertie pour les esprits, comme pour les corps, et qu'ils cèdent à regret à l'impulsion qu'on voudrait leur donner. Disons-le à l'honneur de ce siècle, la nouvelle théorie chimique a bientôt réuni la plus grande partie des chimistes qui ont eu le bonheur de la voir éclore.

CHAPITRE XV.

Des disputes.

Il est bien étonnant que la vérité recherchée si ardemment par tous les hommes, qu'ils considèrent tous comme la source du bonheur, et qui en est toujours une dans tous les cas, dans tous les lieux, dans tous les momens, produise cette diversité dans l'observation des faits, dans les idées, les opinions et les jugemens sur les mêmes choses. Un cerveau différent, des sens particuliers, des intérêts opposés, des passions violentes, une ignorance réelle ou volontaire seraient-ils les causes de ce phénomène? Ce serait sans doute une histoire curieuse, que celle des opinions sur les faits décrits; en remontant à l'origine de leur variété, on ferait sûrement la meilleure des logiques, et l'on y remarquerait l'influence de ce qui nous entoure sur notre esprit et nos actions.

Il me paraît d'abord permis par le droit naturel de défendre ce qu'on croit la vérité; si je veux être cru, lorsque je dis mon opinion, ou que je rejette celle d'un autre, c'est sans doute parce que je suis persuadé que les autres ont le même droit par rapport à moi; si cela n'était pas, sur quoi serait fondé le droit que je m'arroge vis-à-vis des autres hommes qui me ressemblent à tous égards.

Il est encore certain que le redressement d'une erreur est aussi utile à l'avancement des sciences que la découverte d'une verité, parce qu'une erreur peut cacher une foule de vérités capitales. On aurait fait beaucoup plus tôt de grands progrès dans la connaissance de l'air, si l'idée de l'horreur du vide n'avait empêché de sentir la pesanteur de ce fluide. La destruction d'une erreur conduit à toutes les vérités que cette erreur masquait.

On ne saurait pourtant rejeter d'abord une observation, une opinion, que lorsqu'elles sont contraires au sens commun, ou aux loix de la nature, et l'on ne peut

en être assuré qu'après un examen approfondi. Comme nous connaissons superficiellement la nature et ses loix, il serait dangereux de décider qu'un fait ou une opinion leur est contraire, parce qu'elle n'est pas conforme à ce que nous pouvons en savoir. Il aurait fallu rejeter l'optique de Newton, les Polypes de Trembley, la multiplication sans accouplement des pucerons de Bonnet, l'irritabilité de Haller, la décomposition de l'eau de la Place et Lavoisier, parce que ces faits étaient opposés aux idées et aux connaissances reçues.

Ces faits et ces idées ne sont pas toujours les sujets des disputes des philosophes et des physiciens; elles sont pour l'ordinaire fondées sur des observations mauvaises, faites différemment, mal interprêtées, ou trop généralisées; quand il s'agit de faits, il ne saurait y avoir d'autres sujets de controverse, et l'on ne peut les prévenir qu'en perfectionnant l'art d'observer.

Les disputes ne sont pas sans utilité; elles fournissent l'occasion d'approfondir les sujets.

négligés, et de faire des découvertes qui auraient été peut-être long-tems perdues; on se préserverait ainsi sûrement de l'erreur; et la vérité y gagnerait, s'il s'agissait toujours seulement de ses intérêts.

On commence pour l'ordinaire les disputes dans de bonnes intentions; mais elles se soutiennent souvent pour défendre l'amour-propre des disputans; elles nuisent alors aux progrès de la vérité, parce qu'on l'oublie pour s'occuper de toute autre chose.

On ne doit pas craindre les disputes rigoureusement entreprises pour découvrir la vérité; le résultat du combat doit plaire également aux deux partis; si l'on a la vérité pour soi, c'est un nouveau plaisir de favoriser son triomphe. Kirwan jouit de sa défaite après sa belle défense du phlogistique; il fit recevoir à l'Europe la vérité que ses adversaires avaient mise sous ses sens.

Mais, pour disputer d'une manière utile aux sciences, il faut distinguer les opinions, des personnes qui les ont eues. On n'imagine

pas aisément qu'un philosophe écrive des libelles, et se permette des injures quand il s'occupe de la défense d'un fait ou d'une théorie. Il faut présenter les opinions et les faits qu'on attaque avec toutes leurs preuves; autrement on aurait l'air de combattre son antagoniste désarmé, ou de craindre une défaite, en lui ôtant ses avantages. Enfin on se gardera bien d'attribuer à son adversaire ce qu'il ne pense pas; mais on peut tirer de ses pensées les conséquences immédiates qui en découlent, quoiqu'il ne les ait pas énoncées.

Ceux qui se défendent ne doivent pas trouver mauvais, qu'on leur montre honnêtement leurs erreurs; on combat pour eux, s'ils aiment la vérité. Je ne crois pas qu'on doive répondre aux personnalités et aux injures; elles n'ont rien de commun avec le sujet qu'on a traité; elles retombent toujours sur celui qui se les permet; elles découvrent la faiblesse de ces moyens; elles amusent un moment ceux qui se soucient peu de la vérité, et elles inspirent de la pitié aux vrais philosophes; mais il faut toujours en appeler

au jugement du public, qu'on doit avoir bien instruit, et qui doit être plus juste, parce qu'il doit être plus désintéressé.

On écarterait sûrement toutes les disputes, si l'on s'occupait davantage des définitions qu'on donne aux choses qui en sont les objets, et si l'on décrivait avec plus de soin toutes les circonstances des observations qu'on raconte, dans le premier cas on s'entendrait réciproquement; on donnerait aux mêmes mots les mêmes acceptions, et l'on serait bientôt forcé de se réunir sur les conséquences. Dans le second cas, on remarquerait bientôt l'erreur, parce qu'un des observateurs doit avoir vu différemment, et l'on connaîtrait la cause de cette différence; alors il ne reste plus qu'à recommencer l'observation, et il sera aisé de voir ce qu'elle peut avoir ou n'avoir pas de vicieux.

CHAPITRE XVI.

Examen des opinions par l'observation.

La vérité d'une observation, quand il s'agit d'un fait est le rapport qu'il doit y avoir entre le fait représenté et le fait lui-même : lorsque la convenance est entière, la proposition qu'on en tire est vraie, et sa vérité diminue à mesure que la convenance est moins complète. On ne saurait donc graduer la justesse de la proposition, que par le moyen de l'observation sur laquelle on l'a formée : elle devient aussi la pierre de touche des théories, le creuset où se scorifiera tout ce qui est impur. Il arrive pourtant que lorsqu'on se laisse séduire par les prestiges de l'éloquence, ou entraîner par l'esprit de parti, on voit souvent comme ceux qu'on a pris pour ses maîtres ; Descartes a eu long-temps, malgré la nature, un grand nombre de sectateurs.

Les mêmes causes qui ont produit une opinion fausse peuvent être redoutées par ceux qui la critiquent ; mais il serait rare de se tromper de la même manière ; au moins les différences qu'on trouve toujours semblables en observant, sont une preuve que l'erreur n'est pas imaginaire : cependant les faits rapportés par des observateurs, justement célèbres ne sauraient être niés, parce qu'on n'a pas pu parvenir à les voir ; mille faits négatifs ne détruisent pas un fait positif ; parce que la mal-adresse, l'inattention, la négligence de quelque condition nécessaire à l'observation peuvent empêcher son succès. Les négations d'une foule d'observations n'anéantiront pas la reproduction de la tête coupée aux limaçons découverte par Spallanzani ; il faut donc s'assurer de la réalité de l'erreur soupçonnée par la répétition des observations et compléter la démonstration, quand on le peut, en montrant sa cause. On n'a pas développé les secrets de cette logique avec autant d'habileté que Spallanzani dans diverses occasions, et sur-tout dans son Examen des Observations microscopi-

ques de Buffon ; on le lit dans ses *Opuscules de Physique végétale et animale*.

Buffon dit que les vers spermatiques se forment sous l'œil, dans la partie mucilagineuse de la liqueur séminale et dans ses filamens, qui se changent pendant l'observation dans des êtres vivans. Lewenhoeck n'avait jamais vu ce phénomène, et Spallanzani a vu comme lui. Ce dernier a observé que les petits vers n'existaient pas dans les grumeaux bien essuyés de la semence, lorsqu'ils sortaient des vésicules séminales ; ce qui prouve que les petits vers sont portés dans les grumeaux par la partie fluide, et par conséquent qu'ils sont dans la liqueur séminale lorsqu'elle est dans les vésicules ; mais on voit ces petits vers dans la liqueur au moment où elle sort du corps de l'animal. Spallanzani les a même observés dans les vaisseaux déférens des salamandres mâles, avant qu'ils aient été en contact avec l'air.

Spallanzani combat de même l'opinion de Buffon, qui croyait que l'appendice des vers spermatiques n'est pas une queue, mais une

partie qui leur est étrangère; il prouve que cet appendice est une queue, parce qu'il en a la forme et le mouvement; mais il avoue que cette observation est très-difficile à faire, et il indique les moyens de l'exécuter : il montre comment Buffon a été trompé par son microscope composé, et il finit en assurant qu'il a toujours vu ces animalcules avec leurs queues pendant leur vie et après leur mort: la macération produite par l'ébullition, la gelée ne détruisent ni leur structure ni leur forme.

Buffon prétendait que les vers spermatiques acquéraient une plus grande vitesse en vieillissant, qu'ils changeaient de formes, qu'ils se divisaient, que leur nombre diminuait, qu'ils vivaient pendant plusieurs jours; mais Spallanzani a découvert la cause de ces erreurs fondées sur une équivoque. Buffon prit les animalcules naissans dans la liqueur séminale qui pourrit pour les vers spermatiques, et il attribue à ceux-ci les phénomènes observés dans les autres. Spallanzani a démontré que les vers spermatiques périssaient dans l'air au bout de quelques heu-

res, et que les animalcules globulaires et sans queues ne paraissaient que quelques jours après dans la liqueur séminale; qu'on leur voyait rouler les cadavres des vers spermatiques au fond de la liqueur, et qu'après cette génération, il en parut deux autres, entre lesquelles, il vit plusieurs animalcules se partager. Il paraît delà, que lorsque Buffon dit que les vers spermatiques sont privés de leurs queues; il indique seulement une nouvelle génération d'animalcules dans la liqueur séminale; mais Buffon prévenu pour ses métamorphoses devait raconter l'histoire des vers spermatiques comme il a fait; d'autant plus que les vers spermatiques ne vivent que sept ou huit heures, et que leur histoire, suivant ce naturaliste, doit durer sept ou huit jours.

Enfin, Spallanzani prouve que ces animalcules ne sauraient être les vers, puisque ceux-là semblent formés par des vésicules enveloppées dans une pellicule qui se détruit après la mort de l'animal, par l'attouchement du vinaigre ou de l'urine: tandis que le corps et la queue des vers sperma-

tiques forment un tout homogène, solide et compact, que le vinaigre, l'urine et l'ébullition ne détruisent pas; outre cela les animalcules des infusions vivent dans la liqueur séminale, lorsqu'elle est corrompue, et les vers spermatiques y périssent dans le moment où ils y entrent.

Cette logique scrupuleuse ne laisse pas un seul point de la question sans l'examen particulier dont il avait besoin. L'observation seule est ainsi le flambeau qui chasse les ténèbres répandues sur les opinions, et qui dissipe celles que les opinions pourraient répandre pendant l'observation. J'ai choisi cet exemple entre mille autres, parce qu'il fait voir que les plus beaux génies peuvent être séduits par leur imagination; qu'on peut se tromper en croyant voir la vérité, et qu'il est très-facile d'attribuer à un seul être ce qui appartient à d'autres, lorsqu'ils vivent ensemble. Enfin, l'examen de ces observations m'a paru si bien fait et si concluant, qu'il était difficile d'en trouver un autre qui pût mieux servir de modèle dans les cas de ce genre.

CHAPITRE XVII.

Les erreurs de l'observation ne sont pas invincibles.

Il faut l'avouer, tous ceux qui ont fait des observations, ou des expériences un peu nombreuses, se sont plus ou moins trompés; cette remarque est de Félix Fontana, qui a beaucoup observé, et qui est un grand observateur; il le dit avec une franchise qui étonne; mais, si un observateur aussi exercé est pénétré de cette vérité, il faut en reconnaître l'évidence pour le peuple des observateurs. On se trompe en observant; on se trompe en écrivant ses observations; en les répétant. Newton s'est trompé dans ses expériences, lui, qui ne s'est presque jamais trompé dans ses calculs.

L'art des observations et des expériences

est très-difficile ; on a contre soi tout ce qui peut aider, les instrumens qu'on imagine, les sens qui les emploient, les objets qu'on étudie, les milieux au travers desquels on les apperçoit. On est forcé de diminuer l'influence des causes trompantes, quand on ne peut pas les vaincre, et il n'y a pas un remède particulier pour chacune ; quelquefois il faut lutter contre tous ces obstacles réunis ; mais j'ai déjà montré que ces obstacles n'étaient pas insurmontables pour le génie et l'attention. Cependant, comme on ne saurait trop se persuader les difficultés d'un art où l'on veut se distinguer : il est important de se rappeler souvent qu'elles assiègent celui qui l'exerce ; mais comme il pourrait se rebuter, il importe de lui faire connaître l'influence des ressources qui lui restent.

En observant un phénomène, ce qui se présente à l'observateur est sans doute d'abord assez clair ; mais cela ne suffit pas toujours pour le comprendre : on dépend d'une foule de causes, dont l'absence d'une seule peut faire manquer l'explication de l'effet qu'on

qu'on étudie : il serait cependant dangereux de l'imaginer, parce que si cette cause semblait probable, elle pourrait influer sur tout ce qu'on a observé.

Les meilleures observations n'étant pas à l'abri de l'erreur, doivent être encore soumises à l'examen, parce qu'elles ne sauraient être toujours parfaites : c'est ainsi que le Gentil a trouvé la raison des différences qu'il y a entre les meilleures observations des meilleurs observateurs, pour mesurer le diamètre apparent du Soleil ; il remarque que la difficulté de le déterminer par le temps du passage au méridien naissait d'une illusion optique, qui est produite par la mauvaise qualité des verres colorés employés pour éteindre la lumière ; on peut y joindre une espèce de tremblement observé quelquefois dans l'image du soleil vue par la lunette.

On est souvent étonné par les faits singuliers qui se présentent ; cet étonnement ôte quelquefois la faculté de les voir avec attention, parce que l'attention se détache du

fait pour considérer le sujet de son étonnement : on cherche le merveilleux où il n'est pas, et l'on se trompe pour le trouver. Ruysch vit des chrysalides dans quelques os, et sa surprise l'empêcha d'en remarquer la cause. Albinus dans le second volume de ses observations anatomiques raconte qu'il observa ce phénomène, mais il ajoute qu'ayant mis des os revêtus de chair dans un endroit accessible aux mouches, elles y déposèrent des œufs, dont sortirent les vers qui fournirent les chrysalides; il observa même que ces mouches laissèrent leurs dépouilles autour des os, où il trouva les mêmes dépouilles observées dans leur voisinage, ce qui lui fit comprendre que les mouches étaient les mêmes, et que les vers avaient pu parvenir dans les os par les canaux qui font communiquer le périoste avec la moëlle, après que les vers les eurent rongés. Albinus se servit de ces vers pour dépouiller les os, et il trouva toujours les chrysalides ou leurs étuis dans l'intérieur des os qu'ils avaient nettoyés. Ruysch employa ces vers au même usage, mais il ne sut pas voir ce que ses sens lui faisaient observer.

Puisqu'il est si facile de se tromper, il serait nécessaire de déterminer les limites des erreurs soupçonnées; si l'on pouvait soupçonner celles qu'on peut craindre, connaître leur influence sur l'observation, prévoir les circonstances qui les occasionnent, on obtiendrait des résultats plus sûrs. Les astronomes qui savent l'effet des réfractions, ont toujours soin de l'estimer, les physiciens qui ont remarqué l'action de la chaleur sur le baromètre, se sont appliqués à découvrir les différences que la chaleur produit sur la densité de l'air, et se servent avantageusement de leurs découvertes dans leurs observations, pour les ramener à un point de vérité qu'elles n'auraient pas eu sans cela.

Les observations vicieuses se répètent rarement de la même manière; on peut donc assurer ses observations en les répétant souvent d'une manière semblable, parce qu'on aura des écarts en tous les sens; alors en prenant un milieu entr'elles, on se rapprochera d'autant plus de la vérité que le nombre des observations sera plus grand. Telle

est la méthode des astronomes dans les cas difficiles.

Enfin il serait important de connaître la distance où l'on serait de la vérité ; on apprendrait ainsi que l'observation n'est pas assez solide pour en tirer une conséquence rigoureuse, et l'on serait averti des efforts qu'il faut faire pour la perfectionner. On s'endort lorsqu'on croit avoir bien observé, et l'on contemple son ouvrage avec une approbation qui ne permet aucune crainte sur ses succès et qui ne fournit aucun doute pour les étendre.

Il serait bien curieux de rassembler les causes particulières des erreurs qui peuvent égarer dans les différens genres de recherches auxquelles on peut se livrer ; c'est aux maîtres de l'art de les décrire pour les objets auxquels ils se sont appliqués; tel est le service que Desaussure rend dans le XXIIe. chapitre de l'agenda philosophique qui termine ses savans voyages ; il y prévient les erreurs des voyageurs dans les montagnes sur les distances, les positions, et les formes des

montagnes; sur les couches, les fissures, la superposition des couches, et il termine cette indication des erreurs dans lesquelles on peut aisément tomber, en exhortant les géologues à fuir le mêlange de leurs opinions avec l'observation, par le risque qu'ils courraient de donner celles-là pour celles-ci; enfin il veut qu'on se défie de la fidélité de sa mémoire et de la justesse des premiers apperçus; il exige qu'on note sur les lieux les observations capitales, et qu'on emporte des échantillons des objets qui les ont fait naître.

CHAPITRE XVIII.

Des faits inexplicables.

MALGRÉ tous les soins qu'on peut prendre et tous les efforts d'attention qu'on peut faire ; il y a des faits qui sont toujours inexplicables. Doit-on cesser de les observer? Je ne le crois pas; il me semble même qu'ils doivent exciter la curiosité plus que tous les autres, solliciter une ardeur plus active, et suggérer des moyens plus efficaces. Si Huber avait cru que Reaumur, Schirach, Riem, Debraw avaient tout vu sur la fécondation de la Reine abeille, s'il avait suivi seulement l'ornière des chemins qui les avaient égarés ; s'il avait désespéré de voir quelque chose après eux, il n'aurait pas découvert les mystères de cet accouplement aérien, et il n'aurait pas enrichi l'histoire naturelle d'un fait qui lui manquait depuis les milliers d'années qu'on avait étudié les abeilles et les moyens de leur reproduction.

Les faits qui n'ont pu être expliqués sont perceptibles comme les autres par les sens; ils laissent donc tous l'espérance de les éclairer; la pesanteur de l'air découverte par Toricelli, malgré l'horreur du vide qui contentait la raison de tous les physiciens, apprend que tous les phénomènes expliqués par des mots qui n'ont aucun sens peuvent être expliqués une fois par des expériences sans replique. La calcination des métaux qui torturait tous les chimistes depuis un grand nombre d'années, pour trouver la cause de l'augmentation du poids des oxides, montre qu'avec de la patience et de l'exactitude, le génie peut découvrir ce que l'imagination cherchait vainement à deviner. Les faits donc qui nous paraissent inexplicables doivent perdre ce caractère donné souvent par la paresse, et confirmé quelquefois par le défaut de talens, lorsqu'il se présente aux yeux de l'observateur philosophe. Il est vrai que lorsqu'on étudie l'homme et les diverses parties de l'Univers, on touche par-tout bientôt les bornes de nos connaissances et l'on sent la difficulté de les reculer; mais on sait aussi que ceux qui ont

eu le courage de l'entreprendre ont eu quelquefois l'avantage de les enlever. Les phénomènes qui restent dans les ténèbres peuvent avoir des parties qui sont moins obscures que les autres, et ils laissent au moins l'espérance de porter la lumière faible qu'on apperçoit sur tout ce qui se trouve encore profondément caché. Les faits qui semblent isolés et qu'on ne peut rattacher à rien doivent irriter l'émulation; pourquoi seraient-ils plus invincibles que ceux qu'on est parvenu à dévoiler?

Les observations qui se bornent à la description des objets, à celle des organes et de leur jeu, promettent des succès assurés à ceux qui y portent l'attention et l'application nécessaires; on avait cru être arrivé aux bornes de nos connaissances anatomiques sur les vaisseaux du corps, et l'on n'imaginait guères la belle description que Mascagni a faite des vaisseaux lymphatiques; on ne se doutait pas des découvertes importantes de Scarpa sur l'organe de l'ouïe que l'on croyait bien connu.

Il est vrai qu'il y a une foule de cas où l'on ne saurait avoir les mêmes espérances, parce que les objets qu'on étudie ne sont pas également sous les sens, comme la nutrition et le développement des animaux et des plantes; mais s'ils semblent d'abord inabordables, on ne peut nier que les progrès actuels de la physique et de la chimie ne soient l'aurore du jour qui les éclairera.

Enfin, quand on rencontre des faits réfractaires à tous les efforts, il faut les signaler pour y fixer tous les yeux; ce sera une invitation faite au génie pour les essayer; mais en convenant de l'inutilité de ses recherches, on doit décrire le fait avec les circonstances qu'on a remarquées, indiquer les routes qu'on a suivies vainement, et abandonner à des mains plus heureuses ce qu'on a cherché inutilement à découvrir. On lit avec le plus grand intérêt tout ce que Duhamel a pensé et exécuté pour découvrir les causes qui dirigent toujours la plumule des graines vers le ciel et leurs radicules vers la terre; en vain il contraria cette tendance par toutes les positions; en vain

il la dérangea lorsqu'elle était déjà déterminée; en vain il plaça les graines à l'obscurité, à la lumière, à diverses profondeurs dans la terre, dans un milieu sec et humide, dans une atmosphère supérieure, froide ou chaude, tandis que l'inférieure était, à cet égard, dans une situation différente; rien ne put changer l'obstination de leur direction, et il ne se présenta rien qui pût l'aider dans l'explication de ce phénomène. Il y a mille faits aussi curieux qui sont aussi ignorés, mais il n'y a aucune des sciences physiques qui en présente un nombre aussi grand que la météorologie, qu'on a le malheur de croire si perfectionnée, et qui me semble encore au moins au berceau pour l'explication des phénomènes dont elle s'occupe.

CHAPITRE XIX.

Des moyens d'estimer la crédibilité des observations.

On ne saurait tout observer par ses sens; on est ainsi plus ou moins forcé de se confier aux observations des autres; il serait donc important d'estimer leurs observations, afin de proportionner sa confiance à leur solidité, et de déterminer ainsi l'usage qu'on en doit faire.

Le raisonnement distingue d'abord les faits qui méritent d'être crus de ceux qu'on voudrait introduire dans la nature; leur analogie avec ceux qu'on connaît forme une grande probabilité en leur faveur, parce que la nature est pour l'ordinaire uniforme dans ses procédés. Spallanzani avait montré que les infusions se remplissaient d'animalcules très-petits, après avoir supporté une

chaleur de 80° dans des vaisseaux hermétiquement clos, ce qui lui fit conclure que leurs germes supportent cette chaleur ; mais ce fait extraordinaire n'est pas unique : puisque le même observateur trouvait que le bled germait après avoir subi une chaleur plus forte de 10° que celle de l'eau bouillante ; il vit des œufs de grenouilles éclore après avoir éprouvé une chaleur de 47°, et Sonnerat apprend dans ses voyages qu'il y a des poissons vivans dans les eaux thermales de l'isle de Luçon, quoique leur chaleur s'élève à 69.°

Il est cependant possible qu'un fait soit vrai, quoiqu'il soit sans analogie avec les faits observés ; tels furent les polypes, lorsque Trembley les tira de l'obscurité où ils vivaient depuis la création ; cependant on peut rejeter comme faux, ou plutôt comme équivoques, tous les faits directement contraires à d'autres faits dont la certitude serait démontrée, sur-tout si ceux-ci sont nombreux ; parce que la nature, toujours harmonique, ne saurait renfermer des faits dont l'existence anéantirait celle des faits qu'on a observés.

Il en sera presque de même pour les observations contraires à des vérités générales bien démontrées; comme celles-ci sont fondées sur des faits, elles ne sauraient être anéanties par des faits nouveaux, sans détruire les faits qui établissent les vérités contredites; il est pourtant plus probable qu'un seul observateur se trompe sur un fait que plusieurs observateurs se trompent sur les faits qui servent de fondement à la vérité menacée. Trembley avait prouvé que le polype était un tube animalisé, formé par de petits grains qu'il avait étudiés avec soin sans les connaître. Quoique le polype soit un animal extraordinaire, il a néanmoins des rapports avec les autres animaux qui ne rendent point son existence dissonante dans leur règne; mais Romé de l'Isle se trompa quand il imagina que le polype était une ruche de petits polypes qui se manisfestaient dans certaines circonstances; l'observation ne permettait pas de le voir, et c'était un fait que l'analogie ne permettait pas de soupçonner. Les animaux portent leurs petits pendant un temps déterminé, au lieu que le polype aurait été couvert

de petits dès sa naissance, les bras du polype auraient été une portion de la ruche, puis qu'un fragment de bras donne le jour à un polype entier.

Je ne parle pourtant ici que des vérités appuyées sur des observations bien faites, et limitées par des faits bien apperçus; autrement cette règle étoufferait toutes les découvertes. On doit sans doute s'attendre à trouver dans la nature des faits de toute espèce, mais on ne peut en imaginer qui soient contradictoires entr'eux, ou avec les lois générales solidement établies. Il peut y en avoir qui ne se ressemblent pas, mais ils ne sauraient être manifestement contraires. La génération des pucerons sans accouplemens, les chauves-souris aveugles faisant dans cet état tout ce qu'elles faisaient avec leurs yeux, prouvent les bornes de nos connaissances et l'impossibilité de déterminer la latitude des lois générales.

Les faits rapportés sur des *oui dire*, doivent être rejetés sans exception, quand on ne les a pas observés; celui qui les rapporte,

et celui qu'on cite peuvent également les nier, s'excuser, ou s'accuser réciproquement de l'erreur qu'on leur attribue; mais s'il importe de vérifier leur existence, il ne faut rien négliger pour l'établir ou la détruire. On avait dit que l'eau versée sur le verre fondu dans les creusets y rougissait, et qu'elle y roulait comme le mercure sur une table, sans causer aucune détonation; cette observation plus ou moins mise en doute, a été vérifiée par Spallanzani, et l'on se refusait à son évidence parce que les verriers seuls l'avaient racontée.

Les faits rapportés par des auteurs suspects doivent être regardés comme douteux malgré leur vraisemblance. On ne peut pas les nier avant d'avoir démontré leur fausseté, mais on ne peut s'en servir qu'après leur vérification. La mal-adresse, les préjugés, la mauvaise foi des observateurs peuvent les avoir trompés dans le cas présent, comme dans ceux où l'on sait surement qu'ils ont mal observé.

On ne peut pas mieux ajouter foi à des

observations qui donneraient lieu à des doutes fondés, relativement à l'exactitude de l'observateur, ou à la bonté de ses moyens; la confiance qu'on peut avoir en lui repose sur les idées qu'on a de ses talens, de son amour pour la vérité, de ses soins, et de son habileté pour la découvrir.

Tous les faits qui servent de bases à une théorie méritent sans doute l'examen le plus scrupuleux; mais les faits *extraordinaires* exigent sur-tout un redoublement d'attention. On ne peut les nier, quand ils ne renferment rien de contradictoire, parce qu'on ignore les bornes de la nature dans ses productions, mais on ne peut être sûr de leur existence, que lorsque l'observation l'a manifestée fréquemment et sans équivoques; aussi ceux qui publient leurs observations doivent, comme Trembley dans ses Mémoires, multiplier les moyens qui mettent les faits sous les sens, et ceux qui veulent les employer doivent être scrupuleux dans l'examen des preuves qui établissent leur vérité. C'est ainsi que Spallanzani démontre la réalité de la reproduction des têtes coupées

pées aux limaçons, en faisant voir cette tête coupée ; en prouvant qu'elle était réellement coupée par la dissection qu'il en a faite, et en la représentant ensuite après sa reproduction, quand elle avait été coupée dans certaines limites, parce que le limaçon avait alors acquis des yeux, une bouche dont il faisait usage, avec tous les organes que montrait la tête séparée de son corps. Enfin, cette reproduction devint plus certaine quand on eut vu les vers de terre reprendre leurs têtes et leurs queues coupées, les salamandres recouvrer la queue et les pattes qu'on leur enlève ; enfin, les hachures du polype produire des polypes entiers.

L'amour du merveilleux trompe souvent les sens; l'imagination trompée tient souvent lieu de l'ouïe, de la vue, du goût, de l'odorat et du tact; c'est ainsi que quelques médecins ont cru que diverses drogues passaient avec le fluide électrique dans le corps des malades électrisés : c'est ainsi qu'on a cru voir aux baquets magnétiques mille phénomènes attribués au prétendu magnétisme animal ; mais quand on a eu tranquillisé l'ima-

gination par le silence des sens, tous les phénomènes de cette cause imaginaire ont disparu, comme on peut le voir dans le beau Mémoire des Commissaires de l'Académie des Sciences de Paris, nommés pour examiner ces effets singuliers. En fermant les yeux des hommes, mis en expérience, les simagrées des jongleurs magnétiques ne produisaient plus aucun effet, et comme tous les phénomènes des magnétisés pouvaient s'expliquer par l'impression de l'imagination, la plupart de ceux qui éprouvaient leurs convulsions étaient aussi plus ou moins faibles ou malades; de sorte que, comme ils avaient tous des nerfs très-mobiles, et une imagination plus ou moins exaltée, on pouvait trouver dans ces données les causes de ce phénomène, qu'on se plaisait à croire inconcevable, malgré l'analogie des causes sensibles propres à le produire; le magnétisme animal perdait au moins sa force sur les personnes endormies.

Les faits ordinaires, racontés par des observateurs distingués, peuvent être mis en doute quand on manque de raisons solides pour établir leur existence. Hatorf, Reaumur

se sont trompés quand ils ont cru voir l'accouplement de la reine-abeille dans la ruche ou dans des poudriers.

On peut cependant croire la vérité d'une observation répétée souvent par un observateur exact, attentif, sincère et racontée avec détail ; la crédibilité de l'observation sera proportionnelle à l'habileté et à la véracité de l'observateur. On peut toujours se confier à celui qui aime plus la vérité, qu'un système, et qui joint aux qualités du cœur nécessaires pour être cru, celles de l'esprit qui sont indispensables pour bien observer. Tels sont les Reaumur, Duhamel, Haller, Trembley, Bonnet, Spallanzani, Desaussure, tels seront toujours comme eux les sincères amis de la vérité.

Enfin les faits seront d'autant plus croyables, qu'ils auront été plus souvent observés dans un plus grand nombre de circonstances, et par un plus grand nombre d'observateurs ; que les moyens employés dans leurs observations auront été meilleurs, et qu'ils auront une analogie plus grande avec

les faits connus. Cependant ce concours de preuves n'est pas même encore une démonstration. Combien de savans distingués pendant une foule de siècles ont vu les vers sortir de la pourriture des substances animales qui devaient être leur mère. Mais si l'on ne peut pas prévenir toutes les illusions par la réunion de tous ces moyens, on peut au moins en écarter le plus grand nombre.

CHAPITRE XX.

Théorie de la certitude des observations.

Il est presqu'impossible d'observer deux fois la même chose de la même manière, parce qu'il est presqu'impossible que l'observateur et l'objet observé soient deux fois dans les mêmes circonstances. Les sensations dépendent de l'état des sens, qui varient de même que l'objet observé sans cesse modifié par toutes les causes agissantes variablement sur lui; les instrumens eux-mêmes ne sont pas à l'abri de ces modifications par leur grossiéreté, par la matière changeante qui les compose et par des causes qui agissent constamment sur eux pour altérer leur perfection et les résultats qu'on devait en attendre.

Les objets observés sont aussi sujets à une mutabilité continuelle, liés par mille liens

aux êtres de l'Univers, ils en reçoivent les impressions ; de sorte que lorsque nos sens ne seraient pas variables par leur nature, les observations varieraient par la variation des êtres observés. Les astronomes les plus scrupuleux ont rarement fait deux observations semblables qui fussent rigoureusement les mêmes.

Si le même observateur réussit rarement à observer le même objet de la même manière, à combien plus forte raison les observations faites par des observateurs différens seront-elles différentes ?

Le génie nécessaire pour observer n'abandonne pas l'observateur quand il veut évaluer le prix des observations ; il peut distinguer celles qui s'approchent le plus du vrai, et apprécier les écarts qu'on peut faire. C'est ainsi qu'il calcule le degré de certitude des observations et la solidité des idées qu'elles produisent. Lambert qui avait ce génie, l'a heureusement appliqué à ce beau sujet dans sa Photométrie, et dans un ouvrage destiné à montrer l'application des mathéma-

tiques à la physique ; je veux faire connaître ici quelques-unes de ses idées.

Ce grand Géomètre remarque qu'il y a trois genres d'erreurs qui font varier les observations ; celles qui viennent de la nature des sens et qu'il est impossible de prévoir ; celles qui sont une suite de la négligence de l'observateur ; enfin celles qui résultent des instrumens et des circonstances ; ce sont particulièrement ces dernières qu'il faut éviter, et dont il importe d'apprécier les défauts pour perfectionner une théorie de la certitude des observations.

Les erreurs qui naissent de la négligence de l'observateur sont renfermées dans des bornes qu'on ne saurait franchir, à moins de vouloir se tromper ; mais alors l'erreur serait probablement plus apparente, parce qu'elle serait plus grande qu'une erreur involontaire ; étant mieux marquée, on découvrirait mieux son effet et sa nature.

Les erreurs les plus considérables sont aussi les plus rares, parce qu'elles sont les

plus faciles à remarquer et à prévenir ; par conséquent les erreurs les plus petites dans des observations souvent répétées doivent être plus fréquentes, parce qu'elles sont moins perceptibles.

Si l'on fait des observations pour établir une loi fondée sur les faits ou sur leurs conséquences, il paraît suffisant de montrer que la différence de ces observations ne surpasse pas celle qui peut naître de l'incertitude produite par la faiblesse des sens ; ces limites seront celles des erreurs, où les sens peuvent faire tomber ; on peut quelquefois les déterminer, quand on est familier avec l'objet observé ; quand on a étudié ses sens dans diverses circonstances, et quand on vérifie ses observations par divers moyens. Laplace se sert de cette idée dans un mémoire publié parmi ceux des savans étrangers, où il donne la courbe dont il déduit les moyennes. Prevost, Professeur à Genève, observe qu'il y a de l'arbitraire dans l'équation de cette courbe, puisque l'estimation des termes dépend du jugement de celui qui l'emploie ; il trouve de même que dans

le principe de Lambert, il faut quelque modification ; car, si d'un côté les grandes erreurs sont peu probables, de l'autre les erreurs nulles le sont aussi peu ; c'est pour cela qu'il croyait que l'expérience de chaque observateur pouvait lui fournir les élémens de ce calcul pour lui-même, et par conséquent que ces élémens sont variables pour chaque individu et chaque instrument.

Si l'on répète plusieurs fois la même observation, en variant ses circonstances, et si l'erreur varie aussi en devenant plus grande ou plus petite; alors l'universalité de cette loi deviendra douteuse, ou l'on soupçonnera quelques loix particulières, dépendantes des circonstances.

Si la répétition des observations faites pour déterminer leurs différences, relativement à la loi qu'elles doivent établir, rendait indifféremment ces différences tantôt négatives et tantôt positives, en les renfermant pourtant dans des limites déterminées; alors l'universalité de la loi deviendrait certaine, parce que, lorsque les différences ne

sont pas grandes, les sens les jugent à peu-près nulles ; et, lorsqu'elles sont ainsi alternativement en plus et en moins, elles se compensent réciproquement. Newton donne l'explication de cette limitation des loix par celle des masses, *Princip. mathem. lib. III, prop. VI.* Rien n'est plus nécessaire aux progrès de la physique, que de chercher les limites des erreurs possibles dans les observations : cela seul peut faire rejeter ou admettre, avec un degré connu de probabilité, les causes suggérées par l'imagination qui devance presque toujours les leçons de la nature.

Enfin, si les différences positives sont sensiblement plus grandes ou plus petites que les différences négatives, alors il faudra conclure que la loi reçue s'écarte du vrai dans les minuties, ou que ces différences sont produites par le défaut des instrumens. On peut, dans ce dernier cas, remédier à cette inexactitude, en employant d'autres instrumens, ou en cherchant les limites de ces erreurs ; mais, quand elles sont très-petites, on perd son temps et sa peine. Il est

bien plus sûr de prévenir ces négligences par une attention scrupuleuse, puisqu'on diminue ainsi toutes les erreurs dépendantes de l'observateur; au lieu qu'il n'est pas toujours possible d'estimer les erreurs les plus petites.

Ces différences positives et négatives étant également possibles doivent être également fréquentes, quand on répète souvent l'observation : par conséquent toutes les fois que ces différences seront les mêmes des deux côtés, elles doivent naturellement se détruire, et l'on doit chercher, entre tous les termes qu'elles présentent, celui qui peut être regardé comme le terme moyen arithmétique; mais on prendra le terme moyen géométrique, si l'on choisit, entre plusieurs erreurs, celle qui approche le plus de la vérité de toutes; alors, si les erreurs ou leurs quantités diffèrent peu entr'elles à cet égard; les deux termes moyens seront les mêmes.

On prend quelquefois le milieu de cette manière entre deux quantités, dont l'une est manifestement plus grande, et l'autre plus

petite que celle qu'on ignore, quoiqu'on ne connaisse pas leur différence : c'est ainsi qu'on établit que la circonférence du cercle tient à très-peu de chose près le milieu entre deux polygones, dont l'un est inscrit et l'autre circonscrit à ce cercle.

Si l'observation est répétée un nombre infini de fois, le terme moyen de toutes ces observations différera très-peu de la vérité ; il faut faire ici abstraction des instrumens, autrement on trouverait, non la quantité cherchée, mais celle qui est produite par leur défaut, conjointement avec d'autres circonstances concourantes pour la faire naître. Il est très-probable en ce cas, que toutes les erreurs possibles en plus et en moins se balanceront.

Cependant, comme on ne répète pas les observations un nombre infini de fois ; il faut chercher ce qu'on peut espérer d'un nombre fini de répétitions ; on ne peut établir dans ce cas, que les différences positives et négatives soient également fréquentes, parce que alors la quantité moyenne

trouvée entre toutes serait la véritable ; mais on approchera d'autant plus de cette quantité, que l'on aura répété l'observation un plus grand nombre de fois. Jaques Bernouilli a démontré ceci dans la quatrième partie de son livre *Ars Conjectandi*, et il y trace la méthode qu'on doit suivre dans ce cas. Il paraît bien que cette méthode se réduit à un calcul de probabilités, qui se complique suivant les circonstances ; mais ce beau problême n'a été traité sous son vrai point de vue et rendu applicable à l'art des observations et des expériences que par Laplace dont L'huilier a étendu et simplifié les calculs.

Une seule erreur positive bien sensible change beaucoup la quantité moyenne, à moins que l'augmentation du nombre des observations n'introduise une autre erreur négative qui détruise la première ; mais lorsque le nombre des répétitions est petit, on trouve rarement de grands écarts, et plus rarement encore un second écart qui détruise le premier ; aussi la différence moyenne sera d'autant plus petite, que dans un grand

nombre d'expériences et d'observations ; il y aura un plus grand nombre de grandes erreurs qui se compensent.

Ce qui prouve la solidité de cette théorie, c'est que lorsqu'on observe sans avoir le dessein de se tromper, on peut supposer que chaque observation s'écarte du vrai autant en plus qu'en moins, et que les écarts sont également possibles des deux côtés, d'où il résulte que le milieu entre plusieurs observations approche d'autant plus du vrai, que l'observation est répétée plus souvent. Car de tous les cas le plus possible sera celui où les écarts égaux arrivent également de chaque côté Aussi l'observation qui s'écartera le plus du vrai, s'écartera aussi davantage du milieu pris entre toutes et réciproquement. Si l'on néglige l'observation qui s'écarte le plus du vrai, le milieu pris entre les autres sera plus près de la vérité que le milieu pris entre toutes, et la différence de ces deux milieux déterminera le degré de certitude entre toutes ces observations.

On peut donc conclure que les observa-

tions qui se retrouvent le plus souvent les mêmes, approchent le plus du vrai; que lorsqu'on n'a pas répété l'observation plusieurs fois, il n'est pas probable qu'on ait commis la plus grande erreur possible, et qu'il est moins probable encore qu'entre les erreurs, il y en ait une positive et une négative qui se détruisent; mais si la plus grande erreur possible s'est glissée dans le petit nombre des observations, le milieu entre les autres observations s'écartera beaucoup du vrai, et il faudra augmenter le nombre des observations pour diminuer la quantité de cette erreur, jusqu'à-ce qu'on ait trouvé une erreur égale ou opposée qui la détruise. On remarque encore ainsi, que tant qu'une erreur semblable est seule parmi les autres, elle est la plus éloignée du milieu entre toutes les erreurs, et si l'on néglige l'observation qui l'a introduite, le milieu pris entre les erreurs restantes approchera plus du vrai, que lorsqu'on ne la négligera pas; ce qui conduit à faire connaître cette erreur, et à fournir les moyens de la corriger; en prenant ensuite la différence de ces deux milieux, on parvient à déterminer le degré de certitude du premier.

On pourrait par ce moyen fixer la valeur de chaque observation, et estimer la crédibilité de toutes celles qui auraient été faites dans le même but. C'est ce que Lambert réalise, en appliquant ces méthodes par un calcul adroit et profond à la recherche de la longueur du pendule, suivant les latitudes; à déterminer la place de Mercure et de Vénus sur le Soleil, et à fixer d'une manière plus certaine le lieu le plus avancé du point équinoxial.

Cette méthode peut corriger les défauts des anciennes observations, puisque le résultat tient le milieu entre les meilleures tables astronomiques, faites sur une longue suite d'observations, tandis que le calcul de nos tables ne serait fondé que sur les observations d'un demi siècle.

On peut ainsi parvenir à des vérités qu'on n'aurait pu obtenir aussi vîte. Le milieu pris entre dix-huit observations faites à diverses latitudes, sur la longueur du pendule s'écartant beaucoup de ce qu'on avait observé, il en résulte que le degré au cercle polaire doit

doit être plus petit d'environ 194,83 mètres ou 100 toises, et sous l'équateur de 97,42 mètres ou 50 toises, qu'on ne le trouve par les mesures des Académiciens, et il devient en France de 97,42 mètres plus grand. La mesure prise au Cap de Bonne-Espérance, qui n'est pas entrée dans ce calcul, parce qu'elle offre un trop grand écart fournit encore une formule de 194,83 mètres plus petite pour ce degré. Il paraît delà que les résultats de ce calcul, si loin de la théorie imaginée, pour déterminer l'allongement du pendule à secondes depuis l'équateur jusqu'au Pôle, en le proportionnant au carré du sinus de la latitude, doivent être attribués à une inégalité réelle dans l'état de la terre, dont l'intérieur pourrait être plus dense qu'à la surface: c'est au moins la conclusion que Lambert tire de ce résultat, et celle que La Caille avait déjà soupçonnée.

CHAPITRE XXI.

L'observateur doit se garantir des dangers qu'il court.

LES grands hommes sont, plus que les autres hommes, sous la responsabilité de conserver leur vie et leurs talens au bonheur de la société; ils doivent donc se conserver pour elle, et employer tous les moyens pour prolonger leurs services en ménageant leur santé. L'affaiblissement de la vue de Bonnet fut une grande perte pour l'histoire naturelle.

Il faut d'abord mettre ses sens à l'abri de toute altération, en évitant de les fatiguer par un exercice trop pénible, trop long et trop dangereux; les sens fatigués deviennent infidèles; les sensations répétées souvent nuisent toujours aux sens qui les produi-

sent, en raison de la délicatesse du sens, de l'intensité et de la durée de la sensation.

On est souvent exposé à mille inconvéniens imprévus, quand on fait connaissance avec des objets inconnus ; il faut, autant qu'on le peut, s'en préserver, lors même qu'ils sont légers, afin de prévenir un dégoût qui détournerait de l'observation. Réaumur apprend à manier sans danger les nids des chenilles processionnaires. Il cuirasse l'observateur contre les piqûres des abeilles, et il indique les moyens d'appaiser et de guérir les douleurs qu'elles produisent par leur aiguillon.

Le courage est cependant nécessaire à l'observateur; il y a des observations qu'on ne ferait jamais, si le désir de savoir et d'instruire ne faisait pas braver les plus grands dangers. Il fallait du courage pour se transporter à l'équateur et au pôle, afin d'observer le passage de Vénus sur le Soleil. Il fallait du courage pour monter le Mont-Blanc et passer quinze jours sur le col du Géant, à 2507,113 mètres ou 1800 toises

au-dessus du niveau de la mer. Il fallait du courage pour sonder les cratères de l'Etna et de Vulcano comme Spallanzani. Il fallait du courage comme Storck, pour essayer sur soi-même les poisons qu'il voulait offrir aux autres comme des spécifiques: mais ce courage ne mérite pas tant mon admiration, lorsqu'il fournit les moyens de découvrir la vérité aux dépens de sa vie, que lorsqu'il laisse les ressources nécessaires pour assurer sa conservation, et observer fidèlement les objets qu'on souhaite connaître.

Le physicien, le chimiste ont toujours à craindre les objets nouveaux; l'or fulminant causa la mort de son inventeur; huit personnes périrent en faisant la poudre à canon avec le muriate oxygéné de potasse. Richman fut tué par le feu électrique qu'il tirait du tonnerre.

Enfin, l'observateur ne doit pas être l'esclave des préjugés pardonnables à un petit maître, ni craindre ces sensations qui secoueraient désagréablement des fibres voluptueuses. Comme Reaumur, il cherchera les

insectes dans les crottes du cheval. Le médecin affronte le plus révoltant des excrémens. L'espoir de découvrir une vérité importante est un motif bien fort pour surmonter une répugnance puérile.

CHAPITRE XXII.

Exemple de logique dans une suite d'observations.

IL m'a paru nécessaire de donner un exemple d'une suite d'observations sur un sujet ténébreux faites avec succès, et de rassembler dans un tableau les efforts d'un bon observateur pour résoudre un problême difficile. Je prends ici par préférence la découverte que Huber a faite de l'accouplement de la reine abeille, parce que ce phénomène avait exercé vainement la curiosité de tous les hommes, et le génie de tous les naturalistes pendant tous les siècles.

L'observateur cherche d'abord à faciliter ses observations qui devaient être fréquentes; en imaginant la construction d'une ruche qui ne changeait rien dans l'ordre naturel;

mais qui procurait la vue du fond de toutes les cellules et la connaissance de toutes les mouches.

Avant de faire des recherches particulières, Huber passa en revue les différentes opinions qu'on avait eues sur la fécondation des abeilles, il les soumet scrupuleusement au creuset de l'observation.

On avait cru que l'*aura seminalis* fécondait les abeilles ; pour l'éprouver, Huber réunit les faux bourdons d'une ruche dans une caisse de fer blanc, percée de trous très-fins qui pouvaient donner passage à l'odeur, mais trop petits pour laisser passer les faux bourdons dans la ruche ; la reine qui était vierge n'y fut pas fécondée de cette manière.

On imaginait avoir vu un accouplement réel, parce qu'on avait remarqué les agaceries que la reine faisait aux mâles ; mais une reine vierge renfermée avec des mâles dans une ruche y conserva sa virginité, malgré les soupçons qu'on pouvait avoir qu'elle l'eût perdue.

De Braw pensa que les faux bourdons fécondaient les œufs dans les alvéoles, mais les œufs pondus par la reine depuis le mois de septembre au mois d'avril sont féconds ; quoique les ruches soient privées de mâles. Huber prouve même que la liqueur vue au fond des alvéolés est une illusion d'optique, causée par la réflexion des rayons ; parce qu'on ne peut appercevoir cette liqueur que lorsque le soleil éclaire le fond des cellules, tapissé des débris des coques formées par les vers éclos successivement ; et comme ces coques sont assez brillantes, il en résulte un effet de lumière qui peut tromper quand elles sont fortement éclairées ; d'ailleurs les cellules coupées en tout sens ne laissent pas appercevoir un atôme de liqueur. Enfin, Huber baigna une ruche, il s'assura qu'il n'y avait ni vers de mâles, ni nymphes, ni mâles de la grande et de la petite taille ; il transporta alors cette ruche dans son cabinet; il laissa aux abeilles la permission de sortir; la porte pour rentrer dans la ruche était si étroite, qu'il ne pouvait y passer que deux abeilles, et les mâles ne pouvaient y entrer: d'ailleurs comme on pou-

vait observer la ruche avec soin, on pouvait être sûr que les mâles en étaient exclus, néanmoins la reine pondit des œufs féconds dans des cellules d'ouvrières. Il répéta cette observation en tenant ses abeilles prisonnières, et au bout de quatre jours il eut des petits vers.

Hatorf croyait la reine féconde par elle-même, parce qu'une reine vierge enfermée sans mâles dans une ruche avait eu des œufs féconds; mais il ne dit pas qu'il eut empêché l'entrée des faux bourdons et des petits mâles. Huber répéta cette observation après s'être assuré qu'il n'y avait point de mâles dans la ruche, et avoir fabriqué un couloir qui laissait passer les abeilles ouvrières en fermant l'entrée aux mâles; au bout de trente jours la reine avait le ventre aussi effilé que lorsqu'elle était entrée dans la ruche.

Pour s'approcher davantage de la question, Huber choisit des reines, au moment de leur naissance; il en mit une dans une ruche, d'où il avait fait sortir tous les mâles;

il y pratiqua une ouverture, où les ouvrières passaient librement: mais où les reines ne pouvaient entrer; il laissa dans une autre ruche tous les faux bourdons qui y étaient, il y en mit d'autres avec une reine vierge, mais au bout de trente jours les reines furent stériles.

Si donc les reines sont stériles dans un serrail de mâles, quand elles ne peuvent sortir; elles doivent être fécondées quand elles sortent; mais si cela se passait ainsi, comme les mâles sortent au milieu du jour, les reines devaient en être instruites: Huber épie aussi ce moment, et il parvient à voir une reine fécondée; elle en avait au moins conservé les preuves évidentes, puisqu'il lui trouva les parties de la génération du mâle, quelque tems après la copulation; elle les arracha même bientôt avec ses pattes de derrière, et elle prouva deux jours après, qu'on ne s'était pas trompé, puisque son ventre s'était gonflé, et qu'elle avait pondu plus de cent œufs qui furent féconds.

Il me semble bien étonnant, qu'on n'ait

pas pensé plutôt à ce moyen de fécondation, quand on savait que les demoiselles et d'autres insectes se fécondent dans l'air ; mais on est tellement accoutumé à ne chercher que ce qui est le plus ordinaire, qu'on ne s'avise pas d'abord de soupçonner ce qui est pourtant dans l'ordre de la nature, parce que cet ordre n'est pas le plus généralement observé.

Fin du premier volume.

44199